

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-330977

(43)Date of publication of application : 30.11.1999

(51)Int.Cl. H03M 7/30
G10L 7/04
G10L 9/18
H04B 14/04

(21)Application number : 11-065335 (71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 11.03.1999 (72)Inventor : ISHIKAWA TOMOKAZU
TSUSHIMA MINEO
NORIMATSU TAKESHI

(30)Priority

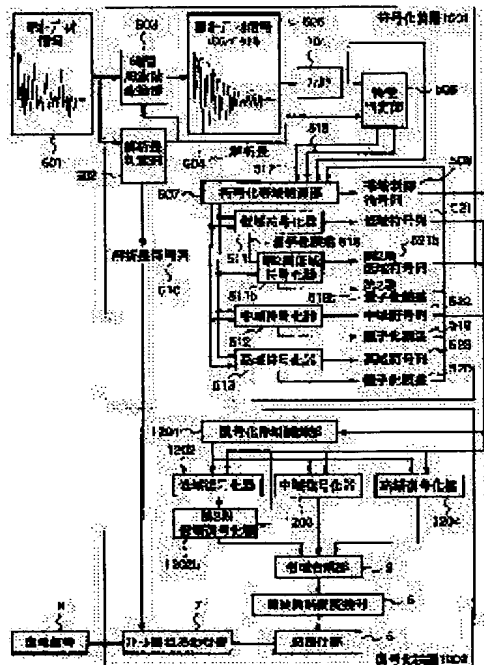
Priority number : 10 59403 Priority date : 11.03.1998 Priority country : JP

(54) AUDIO SIGNAL ENCODING DEVICE AUDIO SIGNAL DECODING DEVICE, AND
AUDIO SIGNAL ENCODING/DECODING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To encode various types of audio signals with high efficiency, at a low bit rate and with high quality by adaptively applying a scalable coding method to encode those audio signals.

SOLUTION: In an audio signal encoding device to adaptively performs a scalable coding operation, a source audio signal 501 inputted to an MDCT 1001 in a band of a part to be quantized is assumed to be a digital signal series that is continuous with respect to time. The signal 501 is inputted to an analysis length deciding part 502 which decides the characteristic of the signal 501 and then decides the analysis length 50. The length 50 is sent to a normalized component 1002 of the same quantization band as an analysis length code string 510. Then a time frequency conversion part 503 calculates a spectrum 505 of the signal 501 of the MDCT 1001 based on the analysis length 504.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

Best Available Copy

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(11)特許出願公開番号

特開平11-330977

(43)公開日 平成11年(1999)11月30日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

FI

H03M 7/30

H O 3 M 7/30

A

G 1 0 L 7/04

G 1 0 L 7/04

D
C

9/18

9/18

M

H04B 14/04

H 0 4 B 14/04

$$Z$$

審査請求 未請求 請求項の数38 O.L (全 33 頁)

(21)出願番号

特願平11-65335

(22) 出題日

平成11年(1999)3月11日

(31)優先権主張番号

特願平10-59403

(32) 優先日

平10(1998) 3月11日

(33) 優先権主張国

日本 (JP)

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 石川 智一

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 津島 峰生

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 發明者 則松 武志

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

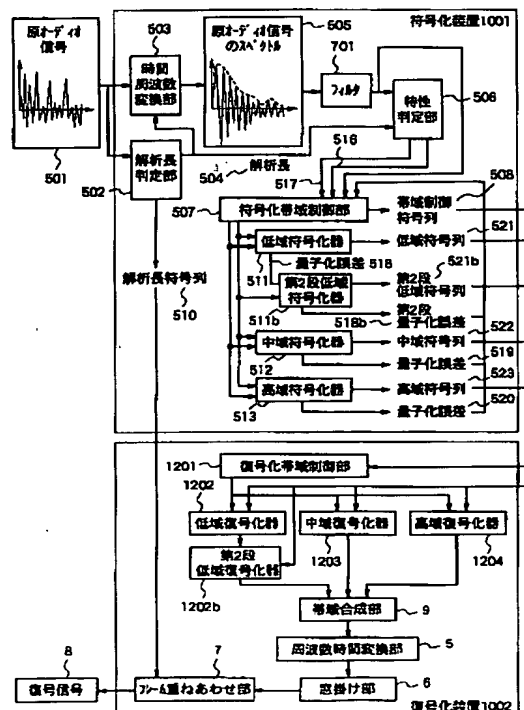
(74)代理人 弁理士 早瀬 憲一

(54) 【発明の名称】 オーディオ信号符号化装置、オーディオ信号復号化装置、及び、オーディオ信号符号化・復号化装置

(57) 【要約】

【課題】 従来方式の固定スケーラブルコーディングでは、低域、中域、高域の各帯域量子化器が固定されているため、原オーディオ信号の分布により量子化誤差をできるだけ少なくするように符号化することが困難であった。それゆえ、多種、多様な性質や分布を持つオーディオ信号の符号化を行う際には、十分な性能を発揮できず、高音質で、高効率なスケーラブルコーディングを行なうことが困難であった。そこで、多種多様なオーディオ信号の符号化を行なう際に、十分な性能を発揮するように適応的にスケーラブルコーディングするオーディオ信号符号化、復号化装置を提供する。

【解決手段】 固定スケーラブルコーディング手段を用いず、原オーディオ信号の性質・分布を自動的に判定し、符号化する周波数範囲を変化させる適応スケーラブルコーディング手段を備えた。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 周波数変換されたオーディオ信号を受け、上記オーディオ信号を符号化して出力するオーディオ信号符号化装置において、

上記周波数変換されたオーディオ信号を量子化する初段の符号化器と、

前段の符号化器の出力である量子化誤差を量子化する 2 段目以降の符号化器と、

上記周波数変換されたオーディオ信号の特徴を判定し、上記複数の各段の各符号化器の量子化するオーディオ信号の周波数帯域を決定する特性判定部と、

上記特性判定部で決定された周波数帯域と、上記周波数変換されたオーディオ信号とをその入力とし、上記複数の各段の各符号化器の接続順を決定し、該各符号化器の量子化帯域、及び接続順を符号列に変換する符号化帯域制御部と、

を備えたことを特徴とするオーディオ信号符号化装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載のオーディオ信号符号化装置において、

上記複数の各段の各符号化器は、

上記周波数変換されたオーディオ信号から、これを正規化するための正規化係数列を計算し、該正規化係数列をベクトル量子化手法を用いて量子化し、上記周波数変換されたオーディオ信号を正規化してなる正規化された信号、を出力する正規化処理部と、

上記正規化処理部によって正規化された信号を量子化する、少なくとも 1 段以上のベクトル量子化部と、

を備えたものである、

ことを特徴とするオーディオ信号符号化装置。

【請求項 3】 請求項 1 または請求項 2 に記載のオーディオ信号符号化装置において、

上記符号化帯域制御部は、上記各符号化器が量子化するオーディオ信号の周波数帯域として、量子化誤差のエネルギー加算和が所定値より大きい帯域を選出するものである、

ことを特徴とするオーディオ信号符号化装置。

【請求項 4】 請求項 1 または請求項 2 に記載のオーディオ信号符号化装置において、

上記符号化帯域制御部は、上記各符号化器が量子化するオーディオ信号の周波数帯域として、人間の聴覚心理特性を考慮して所定の帯域に大きな重みをつけた量子化誤差エネルギー加算和が所定値より大きな帯域を選出するものである、

ことを特徴とするオーディオ信号符号化装置。

【請求項 5】 請求項 1 または請求項 2 に記載のオーディオ信号符号化装置において、

上記符号化帯域制御部は、少なくとも 1 回は、入力の上記オーディオ信号の全周波数帯域にわたる制御を行なうものである、

ことを特徴とするオーディオ信号符号化装置。

【請求項 6】 請求項 2 に記載のオーディオ信号符号化装置において、

上記ベクトル量子化部は、コードブックを用いるベクトル量子化手法を用いてベクトル量子化の量子化誤差を算出し、かつ、そのベクトル量子化した結果を符号列に出力するものである、

ことを特徴とするオーディオ信号符号化装置。

【請求項 7】 請求項 6 に記載のオーディオ信号符号化装置において、

10 上記ベクトル量子化部は、ベクトル量子化における最適なコードの検索時に、ベクトルの符号のすべて、もしくは一部が反転したコードベクトルを用いるものである、ことを特徴とするオーディオ信号符号化装置。

【請求項 8】 請求項 6 に記載のオーディオ信号符号化装置において、

20 上記ベクトル量子化部は、ベクトル量子化における最適なコードの検索時に用いる距離の計算に際し、上記正規化処理部により算出された入力信号の正規化係数列を重みとして、最小距離を与えるコードを抽出するものである、

ことを特徴とするオーディオ信号符号化装置。

【請求項 9】 請求項 6 に記載のオーディオ信号符号化装置において、

上記ベクトル量子化部は、ベクトル量子化における最適なコードの検索時に用いる距離の計算に際し、上記正規化処理部により算出された正規化係数列と、人間の聴覚心理特性を考慮した値の両者を重みとして、最小距離を与えるコードを抽出するものである、

ことを特徴とするオーディオ信号符号化装置。

30 【請求項 10】 請求項 1 に記載のオーディオ信号符号化装置から出力される符号化オーディオ信号を復号化して、オーディオ信号を出力するオーディオ信号復号化装置であって、

上記オーディオ信号符号化装置における上記特性判定部、及び符号化帯域制御部により決定された、上記複数の各段の各符号化器の量子化帯域、及び接続順とに基づき、入力されるオーディオ信号符号化列より、周波数変換されたオーディオ入力信号の係数列を再生する 1 段、あるいは複数段の逆量子化器よりなる逆量子化手段と、該逆量子化手段の出力である周波数変換されたオーディオ入力信号の係数列を、元のオーディオ入力信号に相当する信号に変換する逆周波数変換部と、

を備えたことを特徴とするオーディオ信号復号化装置。

【請求項 11】 請求項 10 に記載のオーディオ信号復号化装置において、

40 上記 1 段の、あるいは、複数段の逆量子化器よりなる逆量子化手段は、請求項 2 に記載のオーディオ信号符号化装置の各帯域の符号化器から出力される符号化列を入力とし、入力されるオーディオ信号符号化列より、周波数変換されたオーディオ入力信号の係数列を再生する、も

のであり、

該逆量子化手段の出力である周波数変換されたオーディオ入力信号の係数列と、上記オーディオ信号符号化装置の各帯域の符号化器から出力される正規化符号列と、を

入力とし、上記周波数変換されたオーディオ入力信号に対応する信号を得る逆正規化部を、備え、

上記逆周波数変換部は、上記逆正規化部の出力を、元の

オーディオ入力信号に相当する信号に変換する、ものである、

ことを特徴とするオーディオ信号復号化装置。

【請求項 1 2】 請求項 1 0 または請求項 1 1 に記載の

オーディオ信号復号化装置において、

上記逆量子化手段は、上記オーディオ信号符号化装置の複数の符号化器のうちのいくつかの符号化器が出力した符号のみを用いて、逆量子化を行うものである、

ことを特徴とするオーディオ信号復号化装置。

【請求項 1 3】 請求項 1 に記載のオーディオ信号符号化装置において、

上記特性判定部は、該特性判定部に入力される周波数変換されたオーディオ信号を、低域通過フィルタによって

加工した信号に従って、量子化する帯域を適宜選出す

る、

ことを特徴とするオーディオ信号符号化装置。

【請求項 1 4】 請求項 1 に記載のオーディオ信号符号化装置において、

上記特性判定部は、該特性判定部に入力される周波数変換されたオーディオ信号を、対数計算を含んだ処理により

加工した信号に従って、量子化する帯域を適宜選出す

る、

ことを特徴とするオーディオ信号符号化装置。

【請求項 1 5】 請求項 1 に記載のオーディオ信号符号化装置において、

上記特性判定部は、該特性判定部に入力される周波数変換されたオーディオ信号を、高域通過フィルタによって

加工した信号に従って、量子化する帯域を適宜選出す

る、

ことを特徴とするオーディオ信号符号化装置。

【請求項 1 6】 請求項 1 に記載のオーディオ信号符号化装置において、

上記特性判定部は、オーディオ信号の特徴を判定し、該

判定結果に従って上記複数の各段の各符号化器が量子化

する帯域を適宜選択するものである、

ことを特徴とするオーディオ信号符号化装置。

【請求項 1 7】 請求項 1 に記載のオーディオ信号符号

化装置において、

上記特性判定部は、オーディオ信号の特徴を判定し、該

判定結果に従って上記複数の各段の各符号化器が量子化

する帯域を適宜選択するものである、

ことを特徴とするオーディオ信号符号化装置。

【請求項 1 8】 請求項 1 7 に記載のオーディオ信号符

号化装置において、

上記特性判定部は、オーディオ信号の特徴を判定し、該

判定結果によって上記各符号化器が量子化する帯域を制限

するものである、

ことを特徴とするオーディオ信号符号化装置。

【請求項 1 9】 請求項 1 8 に記載のオーディオ信号符

号化装置において、

上記各符号化器が量子化する帯域を、低域、中域、高域

の 3 つに分け、上記各符号化器が量子化する帯域を制限

する場合に、上記入力オーディオ信号が変化の激しい特

徴を有するものである場合、高域が他の帯域よりも多く

選ばれるように上記各符号化器が量子化する帯域を制限

する、

ことを特徴とするオーディオ信号符号化装置。

【請求項 2 0】 請求項 1 8 に記載のオーディオ信号符

号化装置において、

上記各符号化器が量子化する帯域を、低域、中域、高域

の 3 つに分け、上記各符号化器が量子化する帯域として

高域が多く選ばれた場合、その時点から一定時間の間、

上記各符号化器が量子化する帯域が高域に多くなるよう

に制御する、

ことを特徴とするオーディオ信号符号化装置。

【請求項 2 1】 請求項 1 8 に記載のオーディオ信号符

号化装置において、

上記各符号化器が量子化する帯域を、低域、中域、高域

の 3 つに分け、上記原入力オーディオ信号の特徴を判定

して、該判定結果によって、上記各量子化器が量子化す

る帯域を固定するように制御する、

ことを特徴とするオーディオ信号符号化装置。

【請求項 2 2】 請求項 1 に記載のオーディオ信号符号

化装置において、

上記特性判定部は、上記周波数変換されたオーディオ信

号の周波数概形と、上記正規化処理部により計算された

正規化係数列のいずれか 1 つ、または両方の値を、上記

複数の各段の各符号化器の量子化帯域の決定時の重みと

して用いる、

ことを特徴とするオーディオ信号符号化装置。

【請求項 2 3】 請求項 1 に記載のオーディオ信号符号

化装置において、

上記複数の各段の各符号化器の量子化するオーディオ信

号の聴覚的、及び物理的な特性を判定し、該各符号化器

の量子化する符号化帯域の配置を決定する特性判定部

と、

上記特性判定部で決定された符号化帯域配置情報に基づ

いて、上記複数の各段の各符号化器の量子化帯域の配置

を制御する符号化帯域制御部とを有し、

上記複数の各段の各符号化器、上記特性判定部、及び上

記符号化帯域制御部の動作を、所定の符号化条件が満た

されるまで、繰り返し行なう、

ことを特徴とするオーディオ信号符号化装置。

10

20

30

40

50

ことを特徴とするオーディオ信号符号化装置。

【請求項 24】 請求項 23 に記載のオーディオ信号符号化装置において、
上記特性判定部は、
所定の符号化条件を入力として、上記複数の各段の各符号化器の符号化帯域に関する符号化帯域情報を算出する符号化帯域算出部と、
上記符号化帯域情報、及び、上記周波数領域のオーディオ信号または差分スペクトルのいずれか一方に対し所定のフィルタをかけたときのフィルタ出力、を入力として、上記符号化帯域情報の符号化帯域における聴覚的な重要度を表す聴覚重みを出力する聴覚心理モデル計算部と、
該聴覚重み、及び解析長判定部の出力である解析長を入力として、上記符号化器の配置を決定し、上記符号化器の帯域番号を出力する配置決定部と、
上記符号化帯域情報、及び帯域番号を入力として、所定の符号化条件に従って、符号化帯域配置情報を出力する符号化帯域配置情報生成手段と、
を有するものである、
ことを特徴とするオーディオ信号符号化装置。

【請求項 25】 請求項 23 に記載のオーディオ信号符号化装置において、
上記符号化帯域制御部は、
上記周波数変換されたオーディオ信号のスペクトル、及び上記符号化帯域配置情報をその入力とし、上記入力されたオーディオ信号のスペクトルを指定された帯域にシフトするスペクトルシフト手段と、
該スペクトルシフト手段の出力に対し、これを符号化して符号化列を出力する符号化器と、
該符号化列の入力に対し、これを復号化して復号化スペクトルを出力する復号化帯域制御部と、
上記入力されたオーディオ信号のスペクトルと、上記復号化スペクトルとの差分を計算する差分計算手段と、
該符号化帯域制御部の次の動作周期まで、上記差分計算手段から出力された差分情報を保持する差分スペクトル保持手段と、
を有するものである、
ことを特徴とするオーディオ信号符号化装置。

【請求項 26】 請求項 25 に記載のオーディオ信号符号化装置において、
上記復号化帯域制御部は、
上記符号化列の入力に対し、これを復号化して合成スペクトルを出力する復号化器と、
上記符号化列中の符号化帯域配置情報に従って、上記合成スペクトルを指定された帯域にシフトするスペクトルシフト手段と、
該復号化帯域制御部の次の動作周期まで、上記復号化器から出力される合成スペクトルを保持し、過去の合成スペクトルと現在の合成スペクトルとを加算する復号化ス

ペクトル算出部と、

を有するものである、

ことを特徴とするオーディオ信号符号化装置。

【請求項 27】 請求項 26 に記載のオーディオ信号符号化装置から出力される符号化オーディオ信号を復号化してオーディオ信号を出力するオーディオ信号復号化装置であって、

上記オーディオ信号符号化装置における上記復号化帯域制御部と同一構成になる復号化帯域制御部、

10 を有することを特徴とするオーディオ信号復号化装置。

【請求項 28】 請求項 26 に記載のオーディオ信号符号化装置と、該オーディオ信号符号化装置から出力される符号化オーディオ信号を復号化してオーディオ信号を出力するオーディオ信号復号化装置とからなり、

上記オーディオ信号復号化装置は、

上記オーディオ信号符号化装置における上記復号化帯域制御部と同一構成になる復号化帯域制御部、

を有するものである、

ことを特徴とするオーディオ信号符号化・復号化装置。

20 【請求項 29】 請求項 27 に記載のオーディオ信号復号化装置において、

上記オーディオ信号符号化装置における上記スペクトルシフト手段は、上記オーディオ信号のスペクトルと、上記符号化帯域配置情報とをその入力とし、上記符号化帯域情報と、シフトしたスペクトルとを、出力するものである、

ことを特徴とするオーディオ信号復号化装置。

【請求項 30】 請求項 24 に記載のオーディオ信号符号化装置において、

30 上記配置決定部は、上記入力オーディオ信号が変化の激しい特徴を有する、上記解析長が小であるものである場合、上記複数の各段の各符号化器の符号化帯域の配置を、高域が他の帯域よりも多く選ばれたものとするものである、

ことを特徴とするオーディオ信号符号化装置。

【請求項 31】 請求項 24 に記載のオーディオ信号符号化装置において、

上記配置決定部は、上記入力オーディオ信号が変化の激しい特徴を有する、上記解析長が小であるものである場合、その時点から一定時間の間、上記各符号化器の符号化帯域の配置を、高域が他の帯域よりも多く選ばれたものとするものである、

ことを特徴とするオーディオ信号符号化装置。

【請求項 32】 請求項 24 に記載のオーディオ信号符号化装置において、

上記符号化帯域算出部は、その出力である符号化帯域情報と、上記入力となる符号化条件のうちの、ビットレート、あるいは入力オーディオ信号のサンプリング周波数と、の間に、多項式関数、または対数関数、あるいはこれら

る、
ことを特徴とするオーディオ信号符号化装置。

【請求項 3 3】 請求項 3 2 に記載のオーディオ信号符号化装置において、

上記符号化条件のうち、上記符号化器の総数が 3 以上のときの、周波数が高くなる順に 3 番目の符号化器は、その符号化帯域の上限が、原オーディオ信号の周波数帯域の $1/2$ である、

ことを特徴とするオーディオ信号符号化装置。

【請求項 3 4】 請求項 3 2 に記載のオーディオ信号符号化装置において、

上記符号化帯域算出部は、上記関数関係をつくる関数を、Bark スケール、Mel 係数などの、人間の聴覚特性を考慮した重み付けをもつものとした、

ことを特徴とするオーディオ信号符号化装置。

【請求項 3 5】 請求項 2 4 に記載のオーディオ信号符号化装置において、

上記配置決定部は、上記複数の各段の各符号化器の符号化する帯域の配置、を決定するものであり、

上記各符号化器の配置のパターンを、あらかじめ複数個用意しておき、符号化効率を高められるよう、それらを切り替える、

ものであることを特徴とするオーディオ信号符号化装置。

【請求項 3 6】 請求項 2 4 に記載のオーディオ信号符号化装置において、

上記配置決定部は、上記入力オーディオ信号が変化が激しくなく、定常な特徴を有する、上記解析長が大であるものである場合、上記複数の各段の各符号化器の符号化する帯域の最大値として、小さい値を有する、

ことを特徴とするオーディオ信号符号化装置。

【請求項 3 7】 請求項 2 4 に記載のオーディオ信号符号化装置において、

上記各段の符号化の前段に接続されるフィルタは、低域通過フィルタ、高域通過フィルタ、帯域通過フィルタ、あるいは、帯域抑制フィルタ (Band Rejection Filter) のいずれかひとつ、あるいは、2 つ以上の組み合わせ、であることを特徴とするオーディオ信号符号化装置。

【請求項 3 8】 請求項 2 7 に記載のオーディオ信号復号化装置において、

上記逆量子化手段は、上記オーディオ信号符号化装置が出力した符号の一部のみを用いて、逆量子化を行うものである、

ことを特徴とするオーディオ信号復号化装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、オーディオ信号符号化装置、オーディオ信号復号化装置、及び、オーディオ信号符号化・復号化装置に関し、特に、音声信号や音

楽信号などのオーディオ信号から得られる特徴量、特にオーディオ信号を直交変換等の手法を用いて、時間領域から周波数領域に変換した信号を用い、その変換した信号を原オーディオ信号と比較して、できるだけ少ない符号列で表現するために効率的に符号化する装置と、符号化された信号である符号化列のすべて、あるいはその一部のみを用いて、高い品質と広帯域なオーディオ信号を、復号可能な構成の復号化装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 オーディオ信号を効率的に符号化、および復号化する様々な手法が提案されている。音楽信号など、20 kHz 以上の周波数帯域を有するオーディオ信号の圧縮符号化方式には、MPEG オーディオ方式や、Twin VQ (TC-WVQ) 方式などがある。MPEG 方式に代表される符号化方式は、時間軸のデジタルオーディオ信号を、コサイン変換などの直交変換を用いて、周波数軸上のデータに変換し、その周波数軸上の情報を、人間の聴覚的な感度特性を利用して、聴覚的に重要な情報から符号化していく方式であり、聴覚的に重要でない情報や、冗長な情報は符号化しない方式である。一方、Twin VQ (TC-WVQ) 方式は、ベクトル量子化手法を用いて、原デジタル信号の情報量に対して、かなり少ない情報量で表現しようとする符号化方式がある。MPEG オーディオ、および Twin VQ (TC-WVQ) は、それぞれ ISO/IEC 標準 IS-11172-3、および T. Moriya, H. Suga: An 8 Kbit/s transform coder for noisy channels, Proc. I CASSP 89, pp196-199、などに述べられている。

【0003】 ここで、図 10 を用いて、一般の、Twin VQ 方式の概要を説明する。

【0004】 原オーディオ信号 101 を解析長判定部 102 に入力し、解析長を算出する。また同時に、解析長判定部 102 は解析長 112 を量子化し、解析長符号列 111 を出力する。次に、その解析長 112 に従って、時間周波数変換部 103 で、原オーディオ信号 101 を周波数領域の原オーディオ信号 104 に変換する。次に、周波数領域の原オーディオ信号 104 は、正規化処理部 (平坦化処理部) 106 で正規化処理 (平坦化処理) され、正規化処理後のオーディオ信号 108 を得る。正規化処理は、原オーディオ信号 104 から周波数概形 105 を計算し、原オーディオ信号 104 を算出した周波数概形 105 で割ることにより行われる。さらに、正規化処理部 106 は、正規化処理に用いた周波数概形情報を量子化し、正規化符号列 107 を出力する。次に、正規化処理後のオーディオ信号 108 を、ベクトル量子化部 109 により量子化し、符号列 110 が得られる。

【0005】 近年、復号器に入力する符号列の一部を用いても、オーディオ信号を再生することができる構造を持つものがある。上記の構造を、スケーラブル構造と呼び、スケーラブル構造を実現できるように符号化するこ

とを、スケーラブルコーディングと呼ぶ。

【0006】図11に一般の、Twin VQ方式で採用されている、固定スケーラブルコーディングの一例を示す。原オーディオ信号1301から解析長判定部1303により判定された解析長1314に従って、時間周波数変換部1302により、周波数領域の原オーディオ信号1304を得る。次に、周波数領域の原オーディオ信号1304を、低域符号化器1305に入力すると、量子化誤差1306と、低域符号列1311とが出力される。さらに、量子化誤差1306を中域符号化器1307に入力すると、量子化誤差1308と、中域符号列1312とが出力される。さらに、量子化誤差1308を高域符号化器1309に入力すると、量子化誤差1310と、高域符号列1313とが出力される。ここで、上記低域、または中域、または高域符号化器は、正規化処理部と、ベクトル量子化部とを併せ持ち、その出力は、量子化誤差、および正規化処理部、ならびにベクトル量子化部により出力された各符号列を含む、低域、中域、または高域符号列を、出力するものである。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】従来方式の固定スケーラブルコーディングでは、図11に示すように、低域、中域、高域の各帯域量子化器が固定されているため、図12に示すように、原オーディオ信号の分布に対して、量子化誤差をできるだけ少なくするように符号化することが困難であった。それゆえ、多種多様な性質や分布を持つオーディオ信号の符号化を行う際には、十分な性能を発揮できず、高音質で高効率なスケーラブルコーディングを行なうことが困難であった。

【0008】本発明は上記の問題点を解消するためになされたもので、多種多様なオーディオ信号の符号化に際して、オーディオ信号を符号化する際、図13に示すように、多種多様なオーディオ信号を適応的にスケーラブルコーディングすることにより、効率よく、低ビットレートで、かつ、高音質に、符号化を行なうことのできるオーディオ信号符号化装置、及びオーディオ信号復号化装置、及びオーディオ信号符号化・復号化装置を提供することを目的としている。

【0009】

【課題を解決するための手段】この課題を解決するために、本発明にかかるオーディオ信号符号化装置、オーディオ信号復号化装置、及び、オーディオ信号符号化・復号化装置は、固定スケーラブルコーディング手段を用いず、原オーディオ信号の性質、分布にあわせて符号化する周波数範囲を変化させる適応スケーラブルコーディングを行なうものとしたものである。

【0010】本発明の請求項1にかかるオーディオ信号符号化装置は、周波数変換されたオーディオ信号を受け、上記オーディオ信号を符号化して出力するオーディオ信号符号化装置において、上記周波数変換されたオー

ディオ信号を量子化する初段の符号化器と、前段の符号化器の出力である量子化誤差を量子化する2段目以降の符号化器と、上記周波数変換されたオーディオ信号の特徴を判定し、上記複数の各段の各符号化器の量子化するオーディオ信号の周波数帯域を決定する特性判定部と、上記特性判定部で決定された周波数帯域と、上記周波数変換されたオーディオ信号とをその入力とし、上記複数の各段の各符号化器の接続順を決定し、該各符号化器の量子化帯域、及び接続順を符号列に変換する符号化帯域制御部と、を備えたことを特徴とするものである。これにより、入力オーディオ信号の特性に応じて、複数の各符号化器の量子化する周波数帯域と、各符号化器の接続順を決定し、適応スケーラブルコーディングを行うことにより、高品質で、高効率な、適応スケーラブルコーディングを行うことができる。

【0011】本発明の請求項2にかかるオーディオ信号符号化装置は、請求項1に記載のオーディオ信号符号化装置において、上記複数の各段の各符号化器は、上記周波数変換されたオーディオ信号から、これを正規化するための正規化係数列を計算し、該正規化係数列をベクトル量子化手法を用いて量子化し、上記周波数変換されたオーディオ信号を正規化してなる正規化された信号を出力する正規化処理部と、上記正規化処理部によって正規化された信号を量子化する、少なくとも1段以上のベクトル量子化部と、を備えたもの、としたものである。これにより、各符号化器が、周波数変換されたオーディオ信号の正規化を行ったのち、少なくとも1段以上のベクトル量子化を行うことにより、高品質で、高効率な、適応スケーラブルコーディングを行うことができる。

【0012】本発明の請求項3にかかるオーディオ信号符号化装置は、請求項1または請求項2に記載のオーディオ信号符号化装置において、上記符号化帯域制御部は、上記各符号化器が量子化するオーディオ信号の周波数帯域として、量子化誤差のエネルギー加算和が所定値より大きい帯域を選出するもの、としたものである。これにより、量子化誤差のエネルギー加算和が大きい帯域に対し、選択的に量子化を行うことにより、高品質で、高効率な、適応スケーラブルコーディングを行うことができる。

【0013】本発明の請求項4にかかるオーディオ信号符号化装置は、請求項1または請求項2に記載のオーディオ信号符号化装置において、上記符号化帯域制御部は、上記各符号化器が量子化するオーディオ信号の周波数帯域として、人間の聴覚心理特性を考慮して所定の帯域に大きな重みをつけた量子化誤差エネルギー加算和が所定値より大きな帯域を選出するもの、としたものである。これにより、人間の聴覚心理特性を考慮して所定の帯域に大きな重みをつけた量子化誤差エネルギー加算和が大きい帯域に対し、選択的に量子化を行うことにより、高品質で、高効率な、適応スケーラブルコーディン

グを行うことができる。

【0014】本発明の請求項5にかかるオーディオ信号符号化装置は、請求項1または請求項2に記載のオーディオ信号符号化装置において、上記符号化帯域制御部は、少なくとも1回は、入力オーディオ信号の全周波数帯域にわたる制御を行なうものである、としたものである。これにより、少なくとも1回は入力オーディオ信号の全周波数帯域にわたって量子化が行われることにより、高品質で、高効率な、適応スケーラブルコーディングを行うことができる。

【0015】本発明の請求項6にかかるオーディオ信号符号化装置は、上記ベクトル量子化部は、コードブックを用いるベクトル量子化手法を用いてベクトル量子化の量子化誤差を算出し、かつ、そのベクトル量子化した結果を符号列に出力するもの、としたものである。これにより、その量子化においてコードブックを用いたベクトル量子化手法を用いることにより、高品質で、高効率な、適応スケーラブルコーディングを行うことができる。

【0016】本発明の請求項7にかかるオーディオ信号符号化装置は、請求項6に記載のオーディオ信号符号化装置において、上記ベクトル量子化部は、ベクトル量子化における最適なコードの検索時に、ベクトルの符号のすべて、もしくは一部が反転したコードベクトルを用いるもの、としたものである。これにより、反転したコードベクトルを用いることにより、高品質で、高効率な、適応スケーラブルコーディングを行うことができる。

【0017】本発明の請求項8にかかるオーディオ信号符号化装置は、請求項6に記載のオーディオ信号符号化装置において、上記ベクトル量子化部は、ベクトル量子化における最適なコードの検索時に用いる距離の計算に際し、上記正規化処理部により算出された入力信号の正規化係数列を重みとして、最小距離を与えるコードを抽出するもの、としたものである。これにより、ベクトル量子化における最適なコードの検索時に用いる距離の計算において、入力信号の正規化係数列を重みとして用いて、最小距離を与えるコードを抽出することにより、高品質で、高効率な、適応スケーラブルコーディングを行うことができる。

【0018】本発明の請求項9にかかるオーディオ信号符号化装置は、請求項6に記載のオーディオ信号符号化装置において、上記ベクトル量子化部は、ベクトル量子化における最適なコードの検索時に用いる距離の計算に際し、上記正規化処理部により算出された正規化係数列と、人間の聴覚心理特性を考慮した値の両者を重みとして、最小距離を与えるコードを抽出するもの、としたものである。これにより、ベクトル量子化における最適なコードの検索時に用いる距離の計算において、入力信号の正規化係数列と、人間の聴覚心理特性を考慮した値とを重みとして用いて、最小距離を与えるコードを抽出す

ることにより、高品質で、高効率な、適応スケーラブルコーディングを行うことができる。

【0019】本発明の請求項10にかかるオーディオ信号符号化装置は、請求項1に記載のオーディオ信号符号化装置から出力される符号化オーディオ信号を復号化して、オーディオ信号を出力するオーディオ信号復号化装置であって、入力されるオーディオ信号符号化列より、周波数変換されたオーディオ入力信号の係数列を再生する1段、あるいは複数段の逆量子化器よりなる逆量子化手段と、該逆量子化手段の出力である周波数変換されたオーディオ入力信号の係数列を、元のオーディオ入力信号に相当する信号に変換する逆周波数変換部と、上記オーディオ信号符号化装置における上記特性判定部、及び符号化帯域制御部により決定された、上記複数の各段の各符号化器の量子化帯域、及び接続順に基づき、上記周波数変換されたオーディオ入力信号の係数列を再生する逆量子化手段と、該逆量子化手段の出力である周波数変換されたオーディオ入力信号の係数列を、元のオーディオ入力信号に相当する信号に変換する逆周波数変換部と、を備えたことを特徴とするものである。これにより、請求項1の符号化装置よりの出力符号化列を復号化できる復号化装置を得ることができる。

【0020】本発明の請求項11にかかるオーディオ信号符号化装置は、請求項10に記載のオーディオ信号復号化装置において、上記1段の、あるいは、複数段の逆量子化器よりなる逆量子化手段は、請求項2に記載のオーディオ信号符号化装置の各帯域の符号化器から出力される符号化列を入力とし、入力されるオーディオ信号符号化列より、周波数変換されたオーディオ入力信号の係数列を再生する、ものであり、該逆量子化手段の出力である周波数変換されたオーディオ入力信号の係数列と、上記オーディオ信号符号化装置の各帯域の符号化器から出力される正規化符号列と、を入力とし、上記周波数変換されたオーディオ入力信号に対応する信号を得る逆正規化部を、備え、上記逆周波数変換部は、上記逆正規化部の出力を、元のオーディオ入力信号に相当する信号に変換する、ものである、ことを特徴とするものである。これにより、請求項10の符号化装置よりの出力符号化列を復号化できる復号化装置を得ることができる。

【0021】本発明の請求項12にかかるオーディオ信号符号化装置は、請求項10または請求項11に記載のオーディオ信号復号化装置において、上記逆量子化手段は、上記オーディオ信号符号化装置の複数の符号化器のうちのいくつかの符号化器が出力した符号のみを用いて、逆量子化を行うものである、ことを特徴とするものである。これにより、複数の符号化器の量子化帯域、及び接続順をオーディオ信号の特徴に応じて変化させて符号化を行った場合において、復号化側ではそれらの符号化器の一部のものみの出力を用いて、高品質な復号化を行う簡易な構成の復号化装置を、構成することができ

る。

【0022】本発明の請求項13にかかるオーディオ信号符号化装置は、請求項1に記載のオーディオ信号符号化装置において、上記特性判定部は、該特性判定部に入力される周波数変換されたオーディオ信号を、低域通過フィルタによって加工した信号に従って、量子化する帯域を適宜選出する、ものとしたものである。これにより、低域通過フィルタの特性に従った、低域を聴取しやすい、高品質で、高効率な、適応スケーラブルコーディングを行うことができる。

【0023】本発明の請求項14にかかるオーディオ信号符号化装置は、請求項3に記載のオーディオ信号符号化装置において、上記特性判定部は、該特性判定部に入力される周波数変換されたオーディオ信号を、対数計算を含んだ処理により加工した信号に従って、量子化する帯域を適宜選出する、ものとしたものである。これにより、対数計算を含んだ処理に従った、人間の聴覚特性に合った、高品質で、高効率な、適応スケーラブルコーディングを行うことができる。

【0024】本発明の請求項15にかかるオーディオ信号符号化装置は、請求項3に記載のオーディオ信号符号化装置において、上記特性判定部は、該特性判定部に入力される周波数変換されたオーディオ信号を、高域通過フィルタによって加工した信号に従って、量子化する帯域を適宜選出する、ものとしたものである。これにより、高域通過フィルタの特性に従った、高域を聴取しやすい、高品質で、高効率な、適応スケーラブルコーディングを行うことができる。

【0025】本発明の請求項16にかかるオーディオ信号符号化装置は、請求項1に記載のオーディオ信号符号化装置において、上記特性判定部は、該特性判定部に入力される周波数変換されたオーディオ信号を、帯域幅通過フィルタ、または帯域抑制フィルタによって加工した信号に従って量子化する帯域を適宜選出する、ものとしたものである。これにより、帯域幅通過フィルタ、または帯域抑制フィルタの特性に従った、所定の帯域幅のみを聴取しやすい、あるいは、所定の帯域を抑制した、高品質で、高効率な、適応スケーラブルコーディングを行うことができる。

【0026】本発明の請求項17にかかるオーディオ信号符号化装置は、請求項1に記載のオーディオ信号符号化装置において、上記特性判定部は、オーディオ信号の特徴を判定し、該判定結果に従って上記複数の各段の各符号化器が量子化する帯域を適宜選択するもの、としたものである。これにより、オーディオ信号の特徴に応じて、各符号化器が量子化する帯域を適宜選択し、高品質、高効率の適応スケーラブルコーディングを行うことができる。

【0027】本発明の請求項18にかかるオーディオ信号符号化装置は、請求項17に記載のオーディオ信号符

号化装置において、上記特性判定部は、オーディオ信号の特徴を判定し、該判定結果によって上記各符号化器が量子化する帯域を制限するもの、としたものである。これにより、オーディオ信号の特徴に応じて、各符号化器が量子化する帯域を制限し、高品質、高効率の適応スケーラブルコーディングを行うことができる。

【0028】本発明の請求項19にかかるオーディオ信号符号化装置は、請求項18に記載のオーディオ信号符号化装置において、上記各符号化器が量子化する帯域を、低域、中域、高域の3つに分け、上記各符号化器が量子化する帯域を制限する場合に、上記入力オーディオ信号が変化の激しい特徴を有するものである場合、高域が他の帯域よりも多く選ばれるように上記各符号化器が量子化する帯域を制限する、ものとしたものである。これにより、入力オーディオ信号が変化の激しい特徴を有する場合、高域が多く選ばれるように量子化する帯域の制限を行うことにより、変化の激しい高域部分を聴取しやすい、高品質、高効率の適応スケーラブルコーディングを行うことができる。

【0029】本発明の請求項20にかかるオーディオ信号符号化装置は、請求項18に記載のオーディオ信号符号化装置において、上記各符号化器が量子化する帯域を、低域、中域、高域の3つに分け、上記各符号化器が量子化する帯域として高域が多く選ばれた場合、その時点から一定時間の間、上記各符号化器が量子化する帯域が高域に多くなるように制御する、ものとしたものである。これにより、入力オーディオ信号の特徴に応じて量子化帯域として、高域を選択した場合、それから一定時間の間、高域を多く量子化帯域として選択することにより、高域を聴取しやすい状態が瞬時にこれと異なる状態に変化するのを防ぐことができる。

【0030】本発明の請求項21にかかるオーディオ信号符号化装置は、請求項18に記載のオーディオ信号符号化装置において、上記各符号化器が量子化する帯域を、低域、中域、高域の3つに分け、上記原入力オーディオ信号の特徴を判定して、該判定結果によって、上記各符号化器が量子化する帯域を固定するように制御する、ものとしたものである。これにより、入力オーディオ信号の特徴によっては、各符号化器が量子化する帯域を固定して、高効率の固定スケーラブルコーディングを行うことができる。

【0031】本発明の請求項22にかかるオーディオ信号符号化装置は、請求項1に記載のオーディオ信号符号化装置において、上記特性判定部は、上記周波数変換されたオーディオ信号の周波数概形と、上記正規化処理部により計算された正規化係数列のいずれか1つ、または両方の値を、上記複数の各段の各符号化器の量子化帯域の決定時の重みとして用いる、ものとしたものである。

これにより、周波数変換されたオーディオ信号の周波数概形と正規化処理部により計算された正規化係数列との

一方、又は両方を各符号化器の量子化帯域の決定時の重みとして用いることにより、高品質、高効率の適応スケラブルコーディングを行うことができる。

【0032】本発明の請求項23にかかるオーディオ信号符号化装置は、請求項1記載のオーディオ信号符号化装置において、上記複数の各段の各符号化器の量子化するオーディオ信号の聴覚的、及び物理的な特性を判定し、該各符号化器の量子化する符号化帯域の配置を決定する特性判定部と、上記特性判定部で決定された符号化帯域配置情報に基づいて、上記複数の各段の各符号化器の量子化帯域の配置を制御する符号化帯域制御部とを有し、上記複数の各段の各符号化器、上記特性判定部、及び上記符号化帯域制御部の動作を、所定の符号化条件が満たされるまで、繰り返し行なう、ことを特徴とするものである。これにより、オーディオ信号の聴覚的、物理的な特性を判定した結果に基づいて、各符号化器の量子化帯域の配置を決定し、該各符号化器の量子化帯域の配置の調整、制御を符号化条件が満たされるまで行なうことにより、高品質、高効率の適応スケラブルコーディングを行うことができる。

【0033】本発明の請求項24にかかるオーディオ信号符号化装置は、請求項23に記載のオーディオ信号符号化装置において、上記特性判定部は、所定の符号化条件を入力として、上記複数の各段の各符号化器の符号化帯域に関する符号化帯域情報を算出する符号化帯域算出部と、上記符号化帯域情報、及び、上記周波数領域のオーディオ信号または差分スペクトルのいずれか一方に対し所定のフィルタをかけたときのフィルタ出力、を入力として、上記符号化帯域情報の符号化帯域における聴覚的な重要度を表す聴覚重みを出力する聴覚心理モデル計算部と、該聴覚重み、及び解析長判定部の出力である解析長を入力として、上記符号化器の配置を決定し、上記符号化器の帯域番号を出力する配置決定部と、上記符号化帯域情報、及び帯域番号を入力として、所定の符号化条件に従って、符号化帯域配置情報を出力する符号化帯域配置情報生成手段と、を有するもの、としたものである。これにより、人間の聴覚的な重要度を表す聴覚重みを考慮した各符号化器の符号化帯域の配置の決定を行うことによって、高品質、高効率の適応スケラブルコーディングを行うことができる。

【0034】本発明の請求項25にかかるオーディオ信号符号化装置は、請求項23に記載のオーディオ信号符号化装置において、上記符号化帯域制御部は、上記周波数変換されたオーディオ信号のスペクトル、及び上記符号化帯域配置情報をその入力とし、上記入力されたオーディオ信号のスペクトルを指定された帯域にシフトするスペクトルシフト手段と、該スペクトルシフト手段の出力に対し、これを符号化して符号化列を出力する符号化器と、該符号化列の入力に対し、これを復号化して復号化スペクトルを出力する復号化帯域制御部と、上記入力

されたオーディオ信号のスペクトルと、上記復号化スペクトルとの差分を計算する差分計算手段と、該符号化帯域制御部の次の動作周期まで、上記差分計算手段から出力された差分情報を保持する差分スペクトル保持手段と、を有するもの、としたものである。これにより、原オーディオ信号のスペクトルを、符号化帯域配置情報により指定される帯域にシフトし、これを符号化し、さらにそれを復号化して得られる復号化スペクトルと上記原オーディオ信号のスペクトルとの差分を計算し、過去のこの差分の値に応じて、上記原オーディオ信号のスペクトルのシフト量を決定することにより、符号化する帯域を種々シフトした行った各符号化の差分に応じて、そのときの量子化誤差が少なくなるよう、次回の各符号化器の接続状態を制御することができ、高品質、高効率の適応スケラブルコーディングを行うことができる。

【0035】本発明の請求項26にかかるオーディオ信号符号化装置は、請求項25に記載のオーディオ信号符号化装置において、上記復号化帯域制御部は、上記符号化列の入力に対し、これを復号化して合成スペクトルを出力する復号化器と、上記符号化列中の符号化帯域配置情報に従って、上記合成スペクトルを指定された帯域にシフトするスペクトルシフト手段と、該復号化帯域制御部の次の動作周期まで、上記復号化器から出力される合成スペクトルを保持し、過去の合成スペクトルと現在の合成スペクトルとを加算する復号化スペクトル算出部と、を有するもの、としたものである。これにより、過去の各符号化器の量子化すべき帯域の配置、及び接続状態に応じて現在の各符号化の量子化すべき帯域の配置、及び接続状態を制御することができ、高品質、高効率の適応スケラブルコーディングを行うことができる。

【0036】本発明の請求項27にかかるオーディオ信号復号化装置は、請求項26に記載のオーディオ信号符号化装置から出力される符号化オーディオ信号を復号化してオーディオ信号を出力するオーディオ信号復号化装置であって、上記オーディオ信号符号化装置における上記復号化帯域制御部と同一構成になる復号化帯域制御部、を有する、ものとしたものである。これにより、過去の各符号化器の量子化すべき帯域の配置、及び接続状態に応じて現在の各符号化の量子化すべき帯域の配置、及び接続状態を制御することができ、高品質、高効率の適応スケラブルコーディングを行ったコーディング出力を、復号化することができるオーディオ信号復号化装置を得ることができる。

【0037】本発明の請求項28にかかるオーディオ信号符号化・復号化装置は、請求項26に記載のオーディオ信号符号化装置と、該オーディオ信号符号化装置から出力される符号化オーディオ信号を復号化してオーディオ信号を出力するオーディオ信号復号化装置とからなり、上記オーディオ信号復号化装置は、上記オーディオ信号符号化装置における上記復号化帯域制御部と同一構

成になる復号化帯域制御部、を有する、ものとしたものである。これにより、過去の各符号化器の量子化すべき帯域の配置、及び接続状態に応じて現在の各符号化の量子化すべき帯域の配置、及び接続状態を制御することができ、高品質、高効率の適応スケーラブルコーディングを行うことのできるオーディオ信号符号化装置、及び、その符号化出力を復号化することのできるオーディオ信号復号化装置からなる、オーディオ信号符号化・復号化装置を得ることができる。

【0038】請求項29に記載のオーディオ信号符号化装置は、請求項27に記載のオーディオ信号復号化装置において、上記オーディオ信号符号化装置における上記スペクトルシフト手段は、上記オーディオ信号のスペクトルと、上記符号化帯域配置情報とをその入力とし、上記符号化帯域情報と、シフトしたスペクトルとを、出力するもの、としたものである。これにより、高品質、高効率の、適応スケーラブルコーディングを行うことができる。

【0039】本発明の請求項30にかかるオーディオ信号符号化装置は、請求項24に記載のオーディオ信号符号化装置において、上記配置決定部は、上記入力オーディオ信号が変化の激しい特徴を有する、上記解析長が小であるものである場合、上記複数の各段の各符号化器の符号化帯域の配置を、高域が他の帯域よりも多く選ばれたものとする、もの、としたものである。これにより、入力オーディオ信号が変化の激しい特徴を有する場合、変化の激しい高域部分を聴取しやすい、高品質、高効率の適応スケーラブルコーディングを行うことができる。

【0040】本発明の請求項31にかかるオーディオ信号符号化装置は、請求項24に記載のオーディオ信号符号化装置において、上記配置決定部は、上記入力オーディオ信号が変化の激しい特徴を有する、上記解析長が小であるものである場合、その時点から一定時間の間、上記各符号化器の符号化帯域の配置を、高域が他の帯域よりも多く選ばれたものとする、もの、としたものである。これにより、入力オーディオ信号が変化の激しい特徴を有するものである場合、それから一定時間の間、高域を聴取しやすい状態から、瞬時に高域を聴取しにくい状態に変化するのを防ぐことができ、高品質、高効率の適応スケーラブルコーディングを行うことができる。

【0041】本発明の請求項32にかかるオーディオ信号符号化装置は、請求項24に記載のオーディオ信号符号化装置において、上記符号化帯域算出部は、その出力である符号化帯域情報と、上記入力となる符号化条件のうちの、ビットレート、あるいは入力オーディオ信号のサンプリング周波数と、の間に、多項式関数、または対数関数、あるいはこれらの組み合わせ、を用いた関数関係を持つもの、としたものである。これにより、上記符号化条件に応じた、高品質、高効率の、適応スケーラブルコーディングを行うことができる。

【0042】本発明の請求項33にかかるオーディオ信号符号化装置は、請求項32に記載のオーディオ信号符号化装置において、上記符号化条件のうち、上記符号化器の総数が3以上のときの、周波数が高くなる順に3番目の符号化器は、その符号化帯域の上限が、原オーディオ信号の周波数帯域の1/2である、ものとしたものである。これにより、少なくとも、3つの符号化器をもつことにより、高品質、高効率の、適応スケーラブルコーディングを行うことができる。

【0043】本発明の請求項34にかかるオーディオ信号符号化装置は、請求項32に記載のオーディオ信号符号化装置において、上記符号化帯域算出部は、上記関数関係をつくる関数を、Barkスケール、Mel係数などの人間の聴覚特性を考慮した重み付けをもつものとした、ものである。これにより、人間の聴覚特性を考慮した、高品質、高効率の、適応スケーラブルコーディングを行うことができる。

【0044】本発明の請求項35にかかるオーディオ信号符号化装置は、請求項24に記載のオーディオ信号符号化装置において、上記配置決定部は、上記複数の各段の各符号化器の符号化する帯域の配置、を決定するものであり、上記各符号化器の配置のパターンを、あらかじめ複数個用意しておき、符号化効率を高められるよう、それらを切り替える、ものとしたものである。これにより、簡易な構成で、高品質、高効率の、適応スケーラブルコーディングを行うことができる。

【0045】本発明の請求項36にかかるオーディオ信号符号化装置は、請求項24に記載のオーディオ信号符号化装置において、上記配置決定部は、上記入力オーディオ信号が変化が激しくなく、定常な特徴を有する、上記解析長が大であるものである場合、上記複数の各段の各符号化器の符号化する帯域の最大値として、小さい値を有する、ものとしたものである。これにより、入力オーディオ信号が変化の激しくない正常な特徴を有する場合、変化の激しくない低域のオーディオ信号を聴取しやすい、高品質、高効率の、適応スケーラブルコーディングを行うことができる。

【0046】本発明の請求項37にかかるオーディオ信号符号化装置は、請求項24に記載のオーディオ信号符号化装置において、上記各段の符号化の前段に接続されるフィルタは、低域通過フィルタ、高域通過フィルタ、帯域通過フィルタ、あるいは、帯域抑制フィルタ(Band Rejection Filter)のいずれかひとつ、あるいは、2つ以上の組み合わせ、である、としたものである。これにより、対応する帯域を考慮した、高品質、高効率の、適応スケーラブルコーディングを行うことができる。

【0047】本発明の請求項38にかかるオーディオ信号符号化装置は、請求項27に記載のオーディオ信号復号化装置において、上記逆量子化手段は、上記オーディオ信号符号化装置が出力した符号の一部のみを用いて、

逆量子化を行うもの、としたものである。これにより、高品質、高効率の、適応スケラブルコーディングを行うオーディオ信号符号化装置よりの符号化出力を、復号化できるオーディオ信号復号化装置を得ることができる。

【0048】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態1について、図1ないし図9を用いて、また、実施の形態2について、図14ないし図20を用いて、説明する。

【0049】（実施の形態1）図1は、本発明の実施の形態1による、適応スケラブルコーディングを行なう、オーディオ信号符号化装置のブロック図を示す。図1において、1001は原オーディオ信号501を符号化する符号化装置である。該符号化装置1001において、502は上記原オーディオ信号501を解析する際の解析長504を判定する解析長判定部、503は上記解析長504の単位で、原オーディオ信号501の時間軸を周波数軸に変換する時間周波数変換部、504は上記解析長判定部502で判定された解析長、505は原オーディオ信号のスペクトル、701は該原オーディオ信号のスペクトル505が入力されるフィルタ、506は原オーディオ信号のスペクトル505の特性を判定し、上記符号化装置1001における複数の各段の各符号化器511、512、513、511b等、の量子化するオーディオ信号の周波数帯域を決定する特性判定部、507は該特性判定部506で決定された各符号化器の周波数帯域と、上記周波数変換されたオーディオ信号をその入力とし、複数の各段の各符号化器512、513、514、511b等、の接続順を決定し、各符号化器の量子化帯域、及び接続順を符号列に変換する符号化帯域制御部、508は、該符号化帯域制御部507より出力される上記符号列である帯域制御符号列、510は上記解析長判定部502より出力された上記解析長504を符号列とした解析長符号列、511、512、513は、上述した、それぞれ低域、中域、高域の信号を符号化する低域符号化器、中域符号化器、高域符号化器、511bは第1段の低域符号化器511の量子化誤差518を符号化する第2段低域符号化器、521、522、523は該各符号化器511、512、513から出力される符号化信号である低域符号列、中域符号列、高域符号列、521bは第2段低域符号化器511bの符号化出力である第2段低域符号列、518、519、520は該各符号化器511、512、513から出力される、符号化される前の信号と上記各符号化信号との差である量子化誤差、518bは第2段低域符号化器511bの量子化誤差である第2段量子化誤差である。

【0050】一方、1002は上記符号化装置1001で符号化された符号化列を復号化する復号化装置である。該復号化装置1002において、5は上記符号化装

置1001における時間周波数変換部503と逆の変換を行なう周波数時間変換部、6は時間軸上で窓関数を乗じる窓掛けを行なう窓掛け部、7はフレーム重ね合わせ部、8は復号信号、9は帯域合成部、1201は復号化帯域制御部、1202、1203、1204は、それぞれ上記低域符号化器、中域符号化器、高域符号化器511、512、513に対応して、復号化を行なう低域復号化器、中域復号化器、高域復号化器、1202bは第1段低域復号化器1202の出力を復号化する第2段低域復号化器である。

【0051】ここで、第2段以降の符号化器、復号化器はさらに他の帯域にも、またさらに、多段にも設けてもよいものであり、これが多段になるほど、必要に応じて、符号化、復号化の精度を向上できるものである。

【0052】以下、まず、符号化装置1001の動作について説明する。符号化しようとする原オーディオ信号501は、時間的に連続するデジタル信号系列であるとする。例えば、音声信号を、サンプリング周波数48kHzで16ビットに量子化したデジタル信号であるとする。

【0053】上記原オーディオ信号501を解析長判定部502に入力する。上記解析長判定部502は、入力された上記原オーディオ信号501の特性を判断し、解析長504を決定し、その結果は解析長符号列510として、復号化装置1002に送られる。解析長504としては、たとえば256、1024、4096などが用いられる。例えば、原オーディオ信号501に含まれる高域周波数成分が所定の値を超える場合には、解析長504を256とし、低域周波数成分が所定の値を超え、かつ高域周波数成分が所定の値より小さい場合には、解析長504を4096とし、それ以外の場合は、解析長504を1024とする。こうして決定された解析長504に従って、時間周波数変換部503により原オーディオ信号501のスペクトル505を算出する。

【0054】図2に、本発明の実施の形態1によるオーディオ信号符号化装置における、時間周波数変換部503のブロック図を示す。上記原オーディオ信号501は、そのサンプル値が所定のサンプル数に達するまでフレーム分割部201で蓄積され、該蓄積されたサンプル数が、上記解析長判定部502で決定された解析長504に達すると、出力を行なう。また、フレーム分割部201は、あるシフト長ごとに出力を行う構成のものであり、例えば、解析長504を4096サンプルとした場合において、解析長504の半分のシフト長を設定すれば、解析長504が2048サンプルに達するに相当する時間ごとに、最新の4096サンプルを出力するなどの構成を持つ。当然ながら、解析長504や、サンプリング周波数が変わっても、同様に、シフト長を解析長504の半分に設定した構成を持つことは可能である。そして、このフレーム分割部201からの出力は、後段の

窓掛け部 202 へと入力される。窓掛け部 202 では、フレーム分割部 201 からの出力に対して、時間軸上で窓関数を乗じて、窓掛け部 202 の出力とする。この様子は、例えば、(数 1) で示される。

【0055】

【数 1】

$$hxi = h_i * x_i \quad i = 1, 2, \dots, N$$

$$h_i = \sin \left\{ \frac{\pi}{N} (i + 0.5) \right\}$$

ただし、ここで、 x_i はフレーム分割部 201 からの出力で、 h_i は窓関数、 hxi は窓掛け部 202 からの出力である。まだ、 i は時間のサフィックスである。なお、(数 1) で示した窓関数 h_i は一例であり、窓関数は必ずしも、(数 1) のものである必要はない。

【0056】窓関数の選択は、窓掛け部 202 に入力される信号の特徴と、フレーム分割部 201 の解析長 504 と、時間的に前後に位置するフレームにおける窓関数の形状とに依存する。例えば、窓掛け部 202 に入力される信号の特徴として、フレーム分割部 201 の解析長 504 を N とした場合、 $N/4$ ごとに入力される信号の平均パワーを算出して、その平均パワーが非常に大きく変動する場合は、解析長 504 を N よりも短くして (数 1) に示した演算を実行する、などの選択を行う。また、前の時刻のフレームの窓関数の形状と、後ろのフレームの窓関数の形状とに応じて、現在の時刻のフレームの窓関数の形状に歪みがないように、適宜選択するのが望ましい。

【0057】次いで、窓掛け部 202 からの出力は、MDCT 部 203 に入力され、ここで変形離散コサイン変換が施され、MDCT 係数が出力される。変形離散コサイン変換の一般式は、(数 2) で表される。

【0058】

【数 2】

$$y_k = \sum_{n=0}^{N-1} h_{x_n} * \cos \left\{ \frac{2\pi \left(k + \frac{1}{2} \right) (n + n_0)}{N} \right\}$$

$$n_0 = \frac{N}{4} + \frac{1}{2} \quad \left(k = 0, 1, \dots, \frac{N}{2} - 1 \right)$$

このように MDCT 部 203 の出力である MDCT 係数は、(数 2) 中の、 y_k で表せるとすると、MDCT 部 203 の出力は周波数特性を示し、 y_k の変数 k が 0 に近いほど、低い周波数成分に、0 から増大して $N/2 - 1$ に近くなるほど、高い周波数成分に、線形に対応する。こうして算出された上記 MDCT 係数が、原オーディオ信号のスペクトル 505 となる。

【0059】次に、上記原オーディオ信号のスペクトル 505 をフィルタ 701 へと入力する。該フィルタ 701 の入力を、 $x_{701}(i)$ 、出力を、 $y_{701}(i)$

とすると、例えば、(数 3) で表されるフィルタを用いる。

【0060】

【数 3】

$$y_{701}(i) = w_{701}(i) * \{x_{701}(i) + x_{701}(i+1)\} \\ i = 0, 1, \dots, fs - 2$$

ここで、 fs は解析長 504 である。(数 3) で表されるフィルタ 701 は、一種の移動平均フィルタであるが、当然ながら、移動平均フィルタに限定する必要はなく、他の、たとえば高域通過フィルタであってもいいし、帯域抑制フィルタであっても良い。

【0061】フィルタ 701 の出力と、解析長判定部 502 で算出した解析長 504 とを、特性判定部 506 に入力する。図 6 に、特性判定部 506 の詳細を示す。特性判定部 506 では、原オーディオ信号 501、および原オーディオ信号のスペクトル 505、の聴覚的、物理的な特性を決定する。原オーディオ信号 501、および該スペクトル 505 の聴覚的、物理的特性とは、例えば、音声か、音楽か、の違いである。音声の場合、たとえば 6 kHz より低域に、大半の周波数成分があるものである。

【0062】次に、特性判定部 506 の動作を、図 6 を用いて説明する。特性判定部 506 に入力された原オーディオ信号のスペクトル 505 をフィルタ 701 によってフィルタリングした信号を、 $x_{506}(i)$ とすると、この $x_{506}(i)$ を基に、スペクトルパワー $p_{506}(i)$ を、(数 4) により、スペクトルパワー計算部 803 で計算する。

【0063】

【数 4】

$$p_{506}(i) = x_{506}(i)^2$$

このスペクトルパワー $p_{506}(i)$ を、符号化帯域制御部 507 の入力の一つとし、各符号化器の帯域制御重み 517 とする。また、解析長 504 が小さい場合、例えば 256 になるとき、各符号化器を固定的に配置するように、配置決定部 804 で決定し、符号化帯域制御部 507 へと、符号化帯域配置情報 516 を、固定配置として送る。

【0064】解析長 504 が小さい場合以外の場合、たとえば 4096 や 1024 のときは、各符号化器を動的に配置するように、配置決定部 804 で決定し、符号化帯域制御部 507 へと、符号化帯域配置情報 516 を、動的配置として送る。

【0065】次に、符号化帯域制御部 507 の動作を、図 7 を用いて説明する。符号化帯域制御部 507 には、上記特性判定部 506 からの出力である帯域制御重み 517 と、符号化帯域配置情報 516、および原オーディオ信号のスペクトル 505 をフィルタ 701 でフィルタリングした信号と、各符号化器の出力した量子化誤差 5

4 8、または 5 1 9、または 5 2 0 が入力される。ただし、これらの入力があるのは、各符号化器 5 1 1、5 1 2、5 1 3、5 1 1 b と、符号化帯域制御部 5 0 7 とが、再帰的に動作するためであり、初回の符号化帯域制御部 5 0 7 の動作においては、量子化誤差がないため、量子化誤差を除いた 3 つの入力となる。

【0066】上記のように、解析長 5 0 4 が小さく、符号化帯域配置情報 5 1 6 が固定配置となる場合は、予め定義された帯域の固定配置に従って、符号化を、低域から中域、高域へと順に実行するよう、量子化順序決定部 9 0 2、および、符号化器数決定部 9 0 3、帯域幅算出部 9 0 1 により、符号化器の量子化帯域、個数、接続順を決定し、符号化を行う。即ち、その時の帯域制御符号列 5 0 8 には、符号化器の帯域情報、符号化器数、および、その接続順序が、情報として符号化される。

【0067】たとえば、各符号化器の符号化帯域、および符号化器数を、それぞれ 0Hz ~ 4kHz に 1 つ、0Hz ~ 8kHz に 1 つ、4kHz ~ 12kHz に 1 つ、8kHz ~ 16kHz に 2 つ、16kHz ~ 24kHz に 3 つ、となるように、符号化器を配置

$$\text{Ave}_{901}(j) = \frac{1}{f_{\text{upper}}(j) - f_{\text{lower}}(j)} \sum_{i=f_{\text{lower}}(j)}^{f_{\text{upper}}(j)} \text{weight}_{517}(i) * \text{err}_{507}(i)^2$$

ここで、j は各帯域のインデックス、Ave901(j) は、帯域 j における平均値、fupper(j)、およびflower(j) は、帯域 j の上限周波数、および下限周波数である。こうして得られた平均値 Ave901(j) が最大となる j を検索し、それが、符号化器が符号化する帯域となる。さらに、検索された j の値を、符号化器数決定部 9 0 3 に送り、j に対応する帯域の符号化器数を一つ増やすようにし、所定の符号化帯域にいくつの符号化器が存在するの 30 かを記憶しておき、記憶している符号化器数の合計が、予め決定しておいた符号化器の総数になるまで、符号化を繰り返す。最後に、符号化器の帯域、および符号化器数を、帯域制御符号列 5 0 8 として、復号化器へと伝送する。

【0070】次に、符号化器 3 の動作について、図 3 を用いて説明する。符号化器 3 は、正規化部 3 0 1 と、量子化部 3 0 2 とからなる。正規化部 3 0 1 では、フレーム分割部 2 0 1 からの出力である時間軸の信号と、MDCT 部 2 0 3 からの出力である MDCT 係数、との両者 40 を入力として、いくつかのパラメータを用いて、MDCT 係数を正規化する。ここで、MDCT 係数の正規化とは、低域成分と高域成分とで非常に大きさに違いのある MDCT 係数の大きさのばらつきを抑圧することを意味し、例えば、低域成分が高域成分に対して非常に大きい場合などは、低域成分では大きな値、高域成分では小さな値、となるようなパラメータを選出し、これで上記 MDCT 係数を除算することにより、MDCT 係数の大きさのばらつきを抑圧することを指す。また正規化部 3 0 1 では、正規化に用いたパラメータを表現するインデッ 50

し、符号化を行う。

【0068】次に、符号化帯域配置情報 5 1 6 が動的配置になっている場合の、符号化帯域制御部 5 0 7 の動作について説明する。符号化帯域制御部 5 0 7 は、各符号化器の量子化帯域幅を決定する帯域幅算出部 9 0 1、各符号化器の量子化順序を決定する量子化順序決定部 9 0 2、さらに各帯域の符号化器の数を決定する符号化器数決定部 9 0 3、の 3 つよりなる。符号化帯域制御部 5 0 7 に入力された信号をもとに、各符号化器の帯域幅を決定する訳であるが、所定の帯域、例えば、0Hz ~ 4kHz、0kHz ~ 8kHz、4kHz ~ 12kHz、8kHz ~ 16kHz、16kHz ~ 24kHz の各帯域において、帯域制御重み 5 1 7、および各符号化器が符号化した後の量子化誤差、を乗算したものの平均値を算出する。ここで、帯域制御重み 5 1 7 を、weight517(i)、量子化誤差を、err507(i) とすると、(数 5) により、平均値を算出する。

【0069】

【数 5】

クスを、正規化符号列 3 0 3 として符号化する。

【0071】量子化部 3 0 2 では、正規化部 3 0 1 で正規化された MDCT 係数を入力として、MDCT 係数の量子化を行う。この際、該量子化部 3 0 2 は、該量子化した値と、コードブック中にある複数のコードインデックスに対応する各量子化出力、との間の差が最も小さくなるような、そのような該コードインデックスを出力す 30 る。この場合、上記量子化部 3 0 2 で量子化した値と、該量子化部 3 0 2 から出力されるコードインデックスに対応する値、との差が量子化誤差である。

【0072】次に、図 4 を用いて、上記正規化部 3 0 1 の詳細な一例を説明する。図 4 において、4 0 1 はフレーム分割部 2 0 1 と MDCT 部 2 0 3 の出力を受ける周波数概形正規化部、4 0 2 は上記周波数概形正規化部 4 0 1 の出力を受け、帯域テーブル 4 0 3 を参照して、正規化を行う帯域振幅正規化部である。

【0073】次に、動作について説明する。周波数概形正規化部 4 0 1 では、フレーム分割部 2 0 1 からの時間軸上のデータ出力を用いて、大まかな周波数の概形である周波数概形を算出し、MDCT 部 2 0 3 からの出力である MDCT 係数を除算する。周波数概形を表現するのに用いたパラメータは、正規化符号列 3 0 3 として符号化される。帯域振幅正規化部 4 0 2 では、周波数概形正規化部 4 0 1 からの出力信号を入力として、帯域テーブル 4 0 3 で示された帯域ごとに正規化を行う。例えば、周波数概形正規化部 4 0 1 の出力である MDCT 係数が、dct(i) (i = 0 ~ 2047) とし、帯域テーブル 4 0 3 が、例えば、(表 1) に示されるようなものであるとす 50

ると、(数6)などを用いて、各帯域毎の振幅の平均値を算出する。

| 帯域 k | f _{lower(k)} | f _{upper(k)} |
|------|-----------------------|-----------------------|
| 0 | 0 | 10 |
| 1 | 11 | 22 |
| 2 | 23 | 33 |
| 3 | 34 | 45 |
| 4 | 46 | 56 |
| 5 | 57 | 68 |
| 6 | 69 | 80 |
| 7 | 81 | 92 |
| 8 | 93 | 104 |
| 9 | 105 | 116 |
| 10 | 117 | 128 |
| 11 | 129 | 141 |
| 12 | 142 | 153 |
| 13 | 154 | 166 |
| 14 | 167 | 179 |
| 15 | 180 | 192 |
| 16 | 193 | 205 |
| 17 | 206 | 219 |
| 18 | 220 | 233 |
| 19 | 234 | 247 |
| 20 | 248 | 261 |
| 21 | 262 | 276 |
| 22 | 277 | 291 |
| 23 | 292 | 307 |
| 24 | 308 | 323 |
| 25 | 324 | 339 |
| 26 | 340 | 356 |
| 27 | 357 | 374 |
| 28 | 375 | 392 |
| 29 | 393 | 410 |
| 30 | 411 | 430 |
| 31 | 431 | 450 |
| 32 | 451 | 470 |
| 33 | 471 | 492 |
| 34 | 493 | 515 |
| 35 | 516 | 538 |
| 36 | 539 | 563 |
| 37 | 564 | 587 |
| 38 | 589 | 615 |
| 39 | 616 | 643 |
| 40 | 645 | 673 |
| 41 | 674 | 705 |
| 42 | 706 | 737 |
| 43 | 738 | 772 |
| 44 | 773 | 809 |
| 45 | 810 | 848 |
| 46 | 849 | 889 |
| 47 | 890 | 932 |
| 48 | 933 | 978 |
| 49 | 979 | 1027 |
| 50 | 1028 | 1079 |

【数6】

$$\text{sum}_j = \sum_{i=\text{bjlow}}^{\text{bjhigh}} \text{dct}(i)^p$$

$$\text{ave}_j = \left(\frac{\text{sum}_j}{\text{bjhigh} - \text{bjlow} + 1} \right)^{-1/p} \quad \text{bjlow} \leq i \leq \text{bjhigh}$$

ここで、bjlow, bjhighは、帯域テーブル403に示されたj番目の帯域におけるdct(i)が属する最も低域のインデックスiと、最も高域のインデックスiをそれぞれ示している。また、pは距離計算におけるノルムであり、2などが望ましい。ave_jは、各帯域番号jにおける振幅の平均値である。帯域振幅正規化部402では、ave_jを量子化して、qave_jを算出して、例えば、(数7)を用いて正規化する。

【0074】

【表1】

| 帯域 k | f _{lower(k)} | f _{upper(k)} |
|------|-----------------------|-----------------------|
| 51 | 1080 | 1135 |
| 52 | 1136 | 1193 |
| 53 | 1194 | 1255 |
| 54 | 1256 | 1320 |
| 55 | 1321 | 1389 |
| 56 | 1390 | 1462 |
| 57 | 1463 | 1538 |
| 58 | 1539 | 1617 |
| 59 | 1618 | 1699 |
| 60 | 1700 | 1783 |
| 61 | 1784 | 1870 |
| 62 | 1871 | 1958 |
| 63 | 1959 | 2048 |

【0075】

【数7】

$$n_dct(i) = \text{dct}(i) / \text{qave}_j \quad \text{bjlow} \leq i \leq \text{bjhigh}$$

40 ave_jの量子化は、スカラーの量子化を用いてもよいし、コードブックを用いてベクトル量子化を行ってもよい。帯域振幅正規化部402では、qave_jを表現するのに用いたパラメータのインデックスを、正規化符号列303として符号化する。

【0076】なお、符号化器における正規化部301の構成は、図4の周波数概形正規化部401と、帯域振幅正規化部402、との両者を用いた構成のものを示したが、周波数概形正規化部401のみを用いた構成でもよく、帯域振幅正規化部402のみを用いた構成でもよ

50 い。さらに、MDC T部203から出力されるMDC T

係数の低域成分と、高域成分とで大きなばらつきがない場合には、上記両者を用いない構成で、MDC T部 2 0 3 の出力信号を、そのまま量子化部 3 0 2 に入力する構成としてもよい。

【0077】次に、図 5 を用いて、図 4 の周波数概形正規化部 4 0 1 の詳細について説明する。図 5 において、6 0 1 はフレーム分割部 2 0 1 の出力を受ける線形予測分析部、6 0 2 は線形予測分析部 6 0 1 の出力を受ける概形量子化部、6 0 3 はMDC T部 2 0 3 の出力を受ける包絡特性正規化部である。

【0078】次に、上記周波数概形正規化部 4 0 1 の動作について、図 5 を参照して説明する。上記線形予測分析部 6 0 1 では、フレーム分割部 2 0 1 からの時間軸上のオーディオ信号を入力として、線形予測分析 (Linear Predictive Coding) を行う。線形予測分析の線形予測係数 (LPC 係数) は、ハミング窓などの窓掛けされた信号の自己相関関数を算出し、正規方程式などを解くことで、一般に算出可能である。算出された線形予測係数は、線スペクトル対係数 (LSP (Line Spectrum Pair) 係数) などに変換され、概形量子化部 6 0 2 で量子化される。ここでの量子化手法としては、ベクトル量子化を用いてもよいし、スカラー量子化を用いてもよい。そして、概形量子化部 6 0 2 で量子化されたパラメータが表現する周波数伝達特性を、包絡特性正規化部 6 0 3 で算出し、MDC T部 2 0 3 からの出力であるMDC T係数を、これで除算することによって正規化する。具体的な算出例としては、概形量子化部 6 0 2 で量子化されたパラメータと等価な線形予測係数を、 $qlpc(i)$ とすれば、包絡特性正規化部 6 0 3 で算出される上記周波数伝達特性は、例えば、(数 8) で表すことができる。

【0079】

【数 8】

$$li = \begin{cases} qlpc(i) & 0 \leq i \leq \text{ORDER} \\ 0 & \text{ORDER} + 1 \leq i \leq N \end{cases}$$

$$\text{env}(i) = \frac{1}{\text{fft}(li)}$$

$$\text{subvector}_i(j) = \begin{cases} \text{vector} \left\{ \frac{\text{VTOTAL}}{\text{CR}} \cdot i + j \right\} & \text{ただし } \frac{\text{VTOTAL}}{\text{CR}} \cdot i + j < \text{TOTAL} \\ 0 & \text{ただし } \frac{\text{VTOTAL}}{\text{CR}} \cdot i + j \geq \text{TOTAL} \end{cases}$$

ここで、 i 番目の音源サブベクトルの j 番目の要素は $\text{subvector}_i(j)$ であり、MDC T係数 1 0 0 1 は $\text{vector}()$ であり、MDC T係数 1 0 0 1 の総要素数が TOTAL で、音源サブベクトル 1 0 0 3 の要素数が CR、VTOTAL は、TOTAL と同じ値かより大きい値で、VTOTAL/CR が正数値になるように設定する。例えば、TOTAL が 2 0 4 8 の時、CR が 1 9 で、VTOTAL が 2 0 5 2、CR が 2 3 で、VTOTAL が 2 0 7 0、CR が 2 1 で、VTOTAL が 2 0 7

ここで、ORDER は 1 0 ~ 4 0 くらいが望ましい。fft() は高速フーリエ変換を意味する。算出された周波数伝達特性 $\text{env}(i)$ を用いて、包絡特性正規化部 6 0 3 では、例えば、下記に示す (数 9) を用いて、正規化を行う。

【0080】

【数 9】

$$\text{fdct}(i) = \frac{\text{mdct}(i)}{\text{env}(i)}$$

ここで、 $\text{mdct}(i)$ はMDC T部 2 0 3 からの出力信号で、 $\text{fdct}(i)$ は正規化された包絡特性正規化部 6 0 3 からの出力信号である。次に図 8 を用いて、上記符号化装置 1 における量子化部 3 0 2 の量子化方法の詳細な動作について説明する。量子化部 3 0 2 に入力されるMDC T係数 1 0 0 1 は、そのMDC T係数 1 0 0 1 から幾つかを抜き出して、音源サブベクトル 1 0 0 3 を構成する。同様に、正規化部 3 0 1 で、正規化部 3 0 1 の入力であるMDC T係数を、正規化部 3 0 1 の出力であるMDC T係数で割った係数列を、正規化成分 1 0 0 2 とした時、この正規化成分 1 0 0 2 についても、MDC T係数 1 0 0 1 から音源サブベクトル 1 0 0 3 を抜き出したのと同じ規則で、該正規化成分 1 0 0 2 からサブベクトルの抽出を行い、重みサブベクトル 1 0 0 4 を構成することができる。音源サブベクトル 1 0 0 3、および重みサブベクトル 1 0 0 4 を、MDC T係数 1 0 0 1 および正規化成分 1 0 0 2 からそれぞれ抽出する規則は、例えば、(数 1 0) で示す方法などがある。

【0081】

【数 1 0】

9 などである。重みサブベクトル 1 0 0 4 も、数 1 0 の手順で抽出可能である。ベクトル量子化器 1 0 0 5 では、コードブック 1 0 0 9 中のコードベクトルの中から、音源サブベクトル 1 0 0 3 との距離が、重みサブベクトル 1 0 0 4 で重み付けて最も小さくなるものを探し、その最小の距離を与えたコードベクトルのインデックスと、最小の距離を与えたコードベクトルと入力音源サブベクトル 1 0 0 3 との量子化誤差に相当する残差サ

サブベクトル 1 0 1 0 とを出力する。

【0082】実際の計算手順例においては、ベクトル量子化器 1 0 0 5 が、距離計算手段 1 0 0 6、コード決定手段 1 0 0 7、残差生成手段 1 0 0 8、の 3 つの構成要素からなるものとして、説明する。距離計算手段 1 0 0 6 では、例えば、(数 1 1) を用いて、i 番目の音源サブベクトル 1 0 0 3 と、コードブック 1 0 0 9 の k 番目のコードベクトル、との距離を算出する。

【0083】

【数 1 1】

$$dik = \sum_{j=0}^{CR-1} w_j R(\text{subvector}_i(j) - C_k(j))^S$$

ここで、 w_j は、重みサブベクトルの j 番目の要素、 $C_k(j)$ は、k 番目のコードベクトルの j 番目の要素、R、S は、距離計算のノルムであり、R、S の値としては、1、1.5、2 などが望ましい。なお、このノルム R と S は、同一の値である必要はない。dik は、i 番目の音源サブベクトルに対する k 番目のコードベクトルの距離を意味する。コード決定手段 1 0 0 7 では、(数 1 1) などで算出された距離の中で、最小となるコードベクトルを選出し、そのインデックスを符号列 3 0 4 として符号化する。例えば、複数の上記 dik があるうちの、 d_{iu} が最小値である場合、i 番目のサブベクトルに対する符号化されるインデックスは、u となる。残差生成手段 1 0 0 8 では、コード決定手段 1 0 0 7 で選出したコードベクトルを用いて、(数 1 2) により残差サブベクトル 1 0 1 0 を生成する。

【0084】

【数 1 2】

$$\text{resi}(j) = \text{subvector}_i(j) - C_u(j)$$

ここで、i 番目の残差サブベクトル 1 0 1 0 の j 番目の要素は、 $\text{resi}(j)$ であり、コード決定手段 1 0 0 7 で選出されたコードベクトルの j 番目の要素を、 $C_u(j)$ とする。上記残差サブベクトル 1 0 1 0 を用いて (数 1 0) の逆過程の演算を行ってベクトルを求め、該ベクトルと、当該符号化器の元々の符号化対象であったベクトルとの差を、それ以降の各符号化器の量子化対象となる MDCT 係数として保持する。ただし、ある帯域の符号化が、それ以降の符号化器に影響を与えない帯域に対して符号化を行っている場合、つまり、以降の符号化器が符号化をすることがない場合は、残差生成手段 1 0 0 8 による、残差サブベクトル 1 0 1 0、MDCT 1 0 1 1 の生成は必要ない。なお、コードブック 1 0 0 9 が持つコードベクトルの個数はいくつでもよいが、メモリ容量、計算時間等を考慮すると、64 程度とすることが好ましい。

【0085】なお、上記ベクトル量子化器 1 0 0 5 の他の例としては、以下のような構成も可能である。すなわち、距離計算手段 1 0 0 6 では、(数 1 3) を用いて距

離を算出する。

【0086】

【数 1 3】

$$dik = \begin{cases} \sum_{j=0}^{CR-1} w_j R(\text{subvector}_i(j) - C_k(j))^S & k < K \\ \sum_{j=0}^{CR-1} w_j R(\text{subvector}_i(j) - C_{K-k}(j))^S & k \geq K \end{cases}$$

10 ただし、K は、コードブック 1 0 0 9 のコード検索に用いるコードベクトルの総数である。コード決定手段 1 0 0 7 では、(数 1 3) で算出された距離 dik の最小値を与える k を選出し、そのインデックスを符号化する。ただし、k は 0 から 2K-1 までの値となる。残差生成手段 1 0 0 8 では、(数 1 4) を用いて残差サブベクトル 1 0 1 0 を生成する。

【0087】

【数 1 4】

$$20 \text{ res}_i(j) = \begin{cases} \text{subvector}_i(j) - C_u(j) & 0 \leq k < K \\ \text{subvector}_i(j) + C_u(j) & K \leq k < 2K \end{cases}$$

ここで、コードブック 1 0 0 9 が持つコードベクトルの個数はいくつでもよいが、メモリの容量、計算時間等を考慮すると、64 程度とすることが好ましい。また、上記では、重みサブベクトル 1 0 0 4 を、正規化成分 1 0 0 2 のみから生成する構成について述べたが、重みサブベクトル 1 0 0 4 に、人間の聴覚特性を考慮した重みをさらに乗じて、重みサブベクトルを生成することも可能である。以上のようにして、複数の各段の各符号化器の帯域幅、符号化器の個数、及び、接続順序が動的に決定される。そして、こうして決定された各符号化器の情報を基に、量子化を行なう。

【0088】一方、復号化装置 1 0 0 2 では、各帯域の符号化器の出力である正規化符号列と、該正規化符号列に対応した量子化部からの符号列、さらに符号化装置における符号化帯域制御部の出力である帯域制御符号列、また解析長判定部の出力である解析長符号列、を用いて、復号を行う。

40 【0089】図 9 に、復号化器 1 2 0 2、1 2 0 3、…の構成を示す。各復号化器は、正規化された MDCT 係数を再生する逆量子化部 1 1 0 1 と、正規化係数を復号し、上記再生された正規化された MDCT 係数と、正規化係数とを乗算する逆正規化部 1 1 0 2 とからなる。

【0090】逆正規化部 1 1 0 2 では、各符号化器の正規化部 3 0 1 からの正規化符号列 3 0 3 から、符号化装置 1 で正規化に用いたパラメータの復元を行い、逆量子化部 1 1 0 1 の出力と、該パラメータとを乗算し、MDCT 係数の復元を行う。

50 【0091】復号化帯域制御部 1 2 0 1 では、符号化帯

域制御部 507 の出力である帯域制御符号列 508 を用いて、符号化装置で用いた符号化器の配置や、符号化器の個数の情報を復元し、その情報に基づいて各帯域に各復号化器 1202、1203、1204、1202b を配置し、符号化装置での各符号化器 511、512、513、511b の符号化順序とは逆順に帯域を合成する帯域合成部 9 により、MDCT 係数を得る。こうして得られた該 MDCT 係数を入力とする周波数時間変換部 5 では、逆 MDCT を行い、周波数領域の信号から時間領域の信号への復元を行う。上記逆 MDCT 係数の計算は、例えば、

(数 15) で示される。

【0092】

【数 15】

$$xx(n) = \frac{2}{N} \sum_{k=0}^{N-1} yy_k \cos \left\{ \frac{2\pi(k+1/2)(n+n_0)}{N} \right\}$$

$$n_0 = \frac{N}{4} + \frac{1}{2}$$

ここで、 yy_k は帯域合成部 9 で復元された MDCT 係数で、 $xx(n)$ は逆 MDCT 係数であり、これを周波数時間変換部 5 の出力とする。窓掛け部 6 では、周波数時間変換部 5 からの出力 $xx(i)$ を用いて窓掛けを行う。窓掛けは、符号化装置 1 の時間周波数変換部 503 にある窓掛け部 202 で用いた窓を用い、たとえば、

(数 16) で示される処理を行う。

【0093】

【数 16】

$$z(i) = xx(i) * h_i$$

ここで、 $z(i)$ は窓掛け部 6 の出力である。フレーム重ね合わせ部 7 では、窓掛け部 6 からの出力を用いて、オーディオ信号を再生する。窓掛け部 6 からの出力は、時間的に重複した信号となっているので、フレーム重ね合わせ部 7 では、例えば、(数 17) を用いて、復号化装置 1002 の出力信号とする。

【0094】

【数 17】

$$out_m(i) = z_m(i) + z_{m-1}(i + \text{SHIFT})$$

ここで、 $z_m(i)$ は、第 m 時刻フレームの第 i 番目の窓掛け部 6 の出力信号 $z(i)$ で、 $z_{m-1}(i)$ は、第 $m-1$ 時刻フレームの第 i 番目の窓掛け部 6 の出力信号とし、SHIFT は、符号化装置の解析長 504 に相当するサンプル数、 $out_m(i)$ は、フレーム重ね合わせ部 7 の第 m 時刻フレームにおける復号化装置 1002 の出力信号とする。また、本実施の形態 1 においては、以下のように、符号化帯域制御部 507 において、帯域幅算出部 901 で算出する量子化可能周波数範囲を、解析長 504 により制限することもある。たとえば、解析長 504 が 256 の場合、各符号化器の量子化可能周波数範囲の下限を 4 kHz 程度、上限を 24 kHz 程度にする。解析長が 1024 あるいは 2048 の場合、下限を 0 Hz、上限を 16 kHz 程

度にする。さらに一度、解析長 504 が 256 になれば、その後一定時間の間、たとえば 20 msec 程度の間、各量子化器の量子化可能周波数範囲や、量子化器の配置を固定するように、量子化順序決定部 902 により制御することもできる。この処理を用いることにより、経時的に量子化器の配置を一定にし、聴感的な帯域の出入り感（ある瞬間まで高い帯域が中心の音声であったものが、突然、低い帯域が中心の音声に変わったときのよう、音声帯域の出入りがあったような感覚）が発生するのを抑制することができる。

【0095】このような本実施の形態 1 によるオーディオ信号符号化装置、及び復号化装置では、複数の各段の符号化器の量子化するオーディオ信号の周波数帯域を決定する特性判定部と、上記特性判定部で決定された周波数帯域と、周波数変換された元々のオーディオ信号とをその入力とし、上記複数の各段の符号化器の接続順を決定し、符号化器の量子化帯域、及び接続順を符号列に変換する符号化帯域制御部とを備え、適応的にスケラブルコーディングを行なう構成としたので、多種多様なオーディオ信号の符号化を行なう際にも、高品質、高効率の、十分な性能を発揮できる適応スケラブルコーディングを行なうオーディオ信号符号化装置、及びこれを復号する復号化装置を得ることができる。

【0096】（実施の形態 2）図 14 に、本発明の実施の形態 2 について、図 14 ないし図 20 を用いて説明する。図 14 は、本発明の実施の形態 2 による、適応スケラブルコーディングを行なう符号化装置 2001、及び復号化装置 2002 のブロック図を示す。図に示すように、符号化装置 2001 において、200105 は、符号化器の個数、ビットレート、入力オーディオ信号のサンプリング周波数、各符号化器の符号化帯域情報、等の符号化条件、200107 は複数の各段の各符号化器の量子化するオーディオ信号の周波数帯域を決定する特性判定部、200109 は符号化帯域配置情報、200110 は特性判定部 200107 で決定された周波数帯域と、周波数変換されたオーディオ入力信号とを入力とし、上記複数の各段の符号化器の量子化帯域、及び接続順を符号列に変換する符号化帯域制御部、200111 は符号化列、200112 は伝送符号化列合成器である。

【0097】また、復号化装置 2002 において、200150 は伝送符号化列分解器、200151 は符号化列、200153b は符号化列 200151 を入力とし、これを復号化する各復号化器の復号化帯域を制御する復号化帯域制御部、200154b は復号化スペクトルである。

【0098】本発明の実施の形態 2 による符号化装置 2001 は、上記実施の形態 1 と同じく、適応スケラブルコーディングを行なうものであるが、実施の形態 1 に比し、新たに、符号化装置 2001 に、復号化帯域制御

部 200153 を含む符号化帯域制御部 200110 を、復号化装置 2002 に、上記復号化帯域制御部 200153 と同じ処理を行なう復号化帯域制御部 200153b を追加し、さらに、本実施の形態 2 の特性判定部 200107 においては、上記実施の形態 1 における特性判定部 506 のスペクトルパワー計算部 803 に代えて、図 16 に示すように、聴覚心理モデル計算部 200602 を設け、さらに、該特性判定部 200107 内に、符号化条件 200105 と、符号化帯域算出部 200601 より計算される符号化帯域情報 200702 と、配置決定部 200603 より出力される帯域番号 200606 とより、符号化帯域配置情報 200109 を生成する符号化帯域配置情報生成手段 200604 を設けたものである。

【0099】また、復号化装置 2002 において、200150 は伝送符号化列分解器、200151 は符号化列、200153b は符号化列 200151 を入力とし、これを復号化する各復号化器の復号化帯域を制御する復号化帯域制御部、200154b は復号化スペクトルである。

【0100】次に、本実施の形態 2 の動作について説明する。本実施の形態 2 において、符号化しようとする原オーディオ信号 501 は、上記実施の形態 1 と同様、時間的に連続するデジタル信号系列であるとする。まず、上記実施の形態 1 と同様な処理によって、原オーディオ信号のスペクトル 505 を得る。本実施の形態 2 では、符号化装置 2001 に対して、符号化器数、ビットレート、入力オーディオ信号のサンプリング周波数、各符号器の符号化帯域情報、を含む符号化条件 200105 を、該符号化装置 2001 における特性判定部 200107 に入力する。特性判定部 200107 は、複数の各段の各符号化器の量子化帯域、個数、及び接続順の情報を含む符号化帯域配置情報 200109 を出力し、これを符号化帯域制御部 200110 へ入力する。符号化帯域制御部 200110 には、図 17 に示されるように、符号化帯域配置情報 200109 以外に、原オーディオ信号のスペクトル 505 が入力され、これらを基に該符号化帯域制御部 200110 により制御する各符号化器で符号化を行った符号化列 200111 を出力し、これは伝送符号化列合成器 200112 へ入力されてこれにより合成され、その合成された出力が、さらに復号化装置 2002 へと送信される。

【0101】復号化装置 2002 では、符号化装置 20

01 の伝送符号化列合成器 200112 の出力を、伝送符号化列分解器 200150 で受け取り、符号化列 200151 と解析長符号列 200152 とに分解する。符号化列 200151 は、復号化帯域制御部 200153b へと入力され、該復号化帯域制御部により制御される各復号化器で復号化された復号化スペクトル 200154b を得る。そして、該復号化スペクトル 200154b と、上記伝送符号化列分解器 200150 の出力である解析長符号化列 200152 とから、上記実施の形態 1 と同様に、周波数時間変換部 5、窓掛け部 6、及びフレーム重ね合わせ部 7 を用いて、復号信号 8 を得る。

【0102】次に、特性判定部 200107 の動作を、図 15 ～ 図 20 を用いて説明する。該特性判定部 200107 は、符号化条件 200105 を用いて 符号化帯域配置情報 200702 を算出する符号化帯域算出部 200601、原オーディオ信号のスペクトル 505、及び差分スペクトル 200108 などのスペクトル情報、及び符号化帯域情報 200702 から、人間の聴覚心理モデルに基づいて聴覚重み 200605 を算出する聴覚心理モデル計算部 200602、解析長 503 を参照して、これに応じて聴覚重み 200605 にさらに重み付けを行い、各符号化器の帯域の配置を決定して帯域番号 200606 を出力する配置決定部 200603、及び符号化条件 200105 と、符号化帯域算出部 200601 より計算される符号化帯域情報 200702 と、配置決定部 200603 より出力される帯域番号 200606 とより、符号化帯域配置情報 200109 を生成する符号化帯域配置情報生成手段 200604 から構成される。

【0103】符号化帯域算出部 200601 は、符号化装置 2001 が動作を開始する前に設定する符号化条件 200105 を用いて、図 15 に示される符号化器 2003 が符号化する符号化帯域の上限 $f_{pu}(k)$ 、下限 $f_{pl}(k)$ を算出し、符号化帯域情報 200702 として、符号化帯域配置情報生成手段 200604 に送られる。ここで、 k は符号化帯域を扱うための数で、 k が 0 から予め設定された最大数である p_{max} になるに従って、周波数が大きな帯域を示している。 p_{max} の一例は、4 である。符号化帯域算出部 200601 の動作の一例を、表 2 に示す。

【0104】

【表 2】

符号化条件：サンプリング周波数が48kHz、合計ビットレートが24kbpsの時

| 帯域 k | f _{pu} (k) | f _{pl} (k) |
|------|---------------------|---------------------|
| 0 | 221 | 0 |
| 1 | 318 | 222 |
| 2 | 415 | 319 |
| 3 | 512 | 416 |

符号化条件：サンプリング周波数が24kHz、合計ビットレートが24kbpsの時

| 帯域 k | f _{pu} (k) | f _{pl} (k) |
|------|---------------------|---------------------|
| 0 | 443 | 0 |
| 1 | 637 | 444 |
| 2 | 831 | 638 |
| 3 | 1024 | 832 |

聴覚心理モデル計算部 200602 は、フィルタ 701 からの出力信号、または符号化帯域制御部 200110 の出力である差分スペクトル 200108、などのスペクトル情報、及び、符号化帯域算出部 200601 の出力である符号化帯域情報 200702 から、人間の聴覚心理モデルに基づいて、聴覚重み 200605 を算出する。該聴覚重み 200605 は聴覚上重要な帯域が大きな値で、聴覚上それほど重要でない帯域が小さな値となるようなものである。聴覚心理モデル計算部 200602 の一例としては、入力スペクトルのパワーを計算する方法を用いるものがある。入力されるスペクトルを $x_{602(i)}$ としたときに、聴覚重み $w_{psy}(k)$ は、

【0105】

【数 18】

$$w_{psy}(k) = \sum_{i=f_{pl}(k)}^{f_{pu}(k)} \left\{ x_{602(i)}^2 * \frac{1}{f_{pu}(k) - f_{pl}(k)} \right\}$$

となる。こうして算出された聴覚重み 200605 は、配置決定部 200603 に入力され、該配置決定部 200603 では、解析長 503 を参照しながら、解析長 503 が小、たとえば 128 の時には、帯域番号 200606 が大である、たとえば、4、の帯域の聴覚重み 200605 が大きくなるように、たとえば、この帯域番号が 4 の帯域の聴覚重みを 2 倍に重み付けし、また、解析長 503 が小でないときには、聴覚重み 200605 をそのままとして、該聴覚重み 200603 が最大となる帯域を計算し、その帯域番号 200606 を、符号化帯域配置情報生成手段 200604 に送る。

【0106】符号化帯域配置情報生成手段 200604 は、上記符号化帯域情報 200702、及び帯域番号 200606、さらには符号化条件 200105、を入力として、符号化帯域配置情報 200109 を出力するのである。即ち、該符号化帯域配置情報生成手段 200604 は、符号化条件 200105 を常に参照しながら、該符号化条件からして、符号化帯域配置情報 200109 が必要とされる間は、上記符号化帯域情報 200

702 と帯域番号 200606 とを連結してなる符号化帯域配置情報 200109 を出力し、これが必要で無くなるとその出力を止める動作をする。たとえば、符号化条件 200105 で指定された符号化器数になるまで、帯域番号 200606 を出力する。なお、上記配置決定部 200603 において、解析長 503 が小なときには、出力する帯域番号 200606 を固定する場合もある。

【0107】次に、図 17 を用いて、符号化帯域制御部 200110 の動作について説明する。符号化帯域制御部 200110 は、上記特性判定部 200107 からの出力である符号化帯域配置情報 200109、および原オーディオ信号のスペクトル 505 を入力とし、符号化列 200111、及び差分スペクトル 200108 をその出力とし、その内部には、符号化帯域配置情報 200109 を受け、原オーディオ信号のスペクトル 505、及び、過去の該原オーディオ信号のスペクトル 505 と、該スペクトル 505 を符号化しかつ復号化したスペクトル 200705 との差分スペクトル 200108 を、帯域番号 200606 の帯域にシフトするスペクトルシフト手段 200701、符号化器 2003、上記原オーディオ信号のスペクトル 505 と復号化スペクトル 200705 との差分をとる差分計算手段 200703、差分スペクトル保持手段 200704、及び、符号列 200111 を復号化器 2004 で復号した合成スペクトル 2001001 を、符号化帯域配置情報 200702 に基づき、スペクトルシフトを行い、これを順次合成して合成スペクトルを得、復号化スペクトル 2007056 を算出する復号化帯域制御部 200153 を含んでいる。スペクトルシフト手段 200701 の構成は、図 20 に示すとおりであるが、入力としては、シフトしたい元スペクトル 2001101 と、符号化帯域配置情報 200109 とを用いる。符号化帯域制御部 200110 におけるスペクトルシフト手段 200701 の入力のうち、シフトしたいスペクトル 2001101 は、原オーディオ信号のスペクトル 505、または差分スペクトル 200108 であり、それらを帯域番号 20060

20

30

40

50

6の帯域にシフトして、シフトされたスペクトル2001102と、符号化帯域配置情報200109のうちの符号化帯域情報200702とを出力する。帯域番号200606に対応する帯域は、符号化帯域情報200702の $f_{pl}(k)$ 、及び $f_{pu}(k)$ から求めることができる。シフトする手順は、上記 $f_{pl}(k)$ と $f_{pu}(k)$ との間のスペクトルを、符号化器2003の処理できる帯域まで移動することである。

【0108】こうして、シフトされたスペクトル2001102を入力とする符号化器2003は、図15に示すように、正規化符号列303、及び残差符号列304を出力し、それらと、スペクトルシフト手段200701の出力である符号化帯域情報200702とを合わせたものが、符号列200111として、伝送符号化合成器200112、及び復号化帯域制御部200153へと送られる。

【0109】上記符号化器2003の出力である上記符号化列200111は、該符号化帯域制御部200110内にある復号化帯域制御部200153へと入力される。該復号化帯域制御部200153は、復号化装置2002内に存在するもの(200153b)と、動作は同じである。

【0110】次に、上記復号化装置2002内に存在する復号化帯域制御部200153bの構成を、図19に示す。復号化帯域制御部200153bは、伝送符号化列分解器200150からの符号列200111を入力として、復号化スペクトル200705bを出力するので、その内部には、復号化器2004、スペクトルシフト手段200701、復号化スペクトル算出部2001003を持つ。

【0111】上記復号化器2004の構成を、図18に示す。復号化器2004は、逆量子化部1101と逆正規化部1102とから構成されており、逆量子化部1101は、符号列200111のうち残差符号列304を入力として、該残差符号列304をコードインデックスに変換し、符号化器2003で用いたコードブックを参照し、そのコードを再生する。再生されたコードは、逆正規化部1102に送られ、符号列200111内の正規化符号列303から再生された正規化係数列303aと乗算され、合成スペクトル2001001を得る。該合成スペクトル2001001は、スペクトルシフト手段200701に入力される。

【0112】なお、符号化帯域制御部200110内の復号化帯域制御部200153の出力は、復号化スペクトル200705となっているが、これは、復号化装置2002内の復号化帯域制御部200153bの出力である復号化スペクトル200705bと同じものである。

【0113】復号化器2004によって合成された合成スペクトル2001001は、スペクトルシフト手段2

00701によりシフトされて、シフトされた合成スペクトル2001002が得られ、これは復号化スペクトル算出部2001003に入力される。

【0114】復号化スペクトル算出部2001003内では、入力された合成スペクトルを保持しており、保持しているスペクトルと、最新の合成スペクトルとを加算し、復号化スペクトル200705bとして出力する動作をする。

【0115】符号化帯域制御部200110内の差分計算手段200703は、原オーディオ信号のスペクトル505と、復号化スペクトル200705との差分を計算して、差分スペクトル200108を出力し、これは特性判定部200107へとフィードバックされる。また同時に、上記差分スペクトル200108は、差分スペクトル保持手段200704により保持されて、スペクトルシフト手段200701へも送られ、次の符号化帯域配置情報200109が入力されるときに備えるように構成されている。特性判定部200107では、符号化条件を参照しながら、該符号化条件を満たすまで符号化帯域配置情報200109を出力しつつ、それが無くなった段階で、符号化帯域制御部200110の動作も停止する。なお、上記符号化帯域制御部200110は、差分スペクトル200108を計算するために、差分スペクトル保持手段200704を持っている。これは、差分スペクトルを保持するために必要な記憶領域で、たとえば、2048個の数を記憶できるような配列である。

【0116】以上のように、符号化条件200105を満たすように、特性判定部200107と、それに続く符号化帯域制御部200110とによる処理が繰り返され、逐次、符号化列200111が出力され、それが伝送符号化列合成器200112へと送られ、解析長符号列510とともに、伝送符号化列として合成され、復号化装置2002へと伝送される。

【0117】復号化装置2002では、符号化装置2001より伝送されてきた伝送符号化列を、伝送符号化列分解器200150にて、符号化列200151と、解析長符号列200152とに分解する。該符号化列200151と、解析長符号列200152とは、符号化装置2001内の符号化列200111、及び解析長符号列510と同じものである。

【0118】分解された符号化列200151は復号化帯域制御部200153bにおいて復号化スペクトル200154bに変換され、該復号化スペクトル200154bは、解析長符号列200152の情報をを用いて、周波数時間変換部5、窓掛け部6、及びフレーム重ね合わせ部7にて、時間領域の信号に変換され、それが復号化信号8となる。

【0119】このように本実施の形態2によるオーディオ信号符号化装置、復号化装置によれば、上記実施の形

態 1 のように、複数の各段の符号化器の量子化するオーディオ信号の周波数帯域を決定する特性判定部と、上記特性判定部で決定された周波数帯域と、周波数変換された元々のオーディオ信号とをその入力とし、上記複数の各段の符号化器の接続順を決定し、符号化器の量子化帯域、及び接続順を符号列に変換する符号化帯域制御部とを備え、適応的にスケラブルコーディングを行なう構成において、符号化装置には復号化帯域制御部を含む符号化帯域制御部を、復号化装置には復号化帯域制御部を設けるとともに、さらに、特性判定部におけるスペクトルパワー計算部を、聴覚心理モデル計算部とし、さらに、該特性判定部において、符号化帯域配置情報生成手段を設けた構成としたので、特性判定部のスペクトルパワー計算部にかえて代えて聴覚心理モデル計算部を用いたことにより、聴覚的に重要な部分の判定を精度よく行って、その帯域をより選択することができる。また、本発明が対象とするオーディオ信号符号化装置、復号化装置では、符号化器の配置を決定する演算を行なっている際に、符号化条件が満たされれば、符号化の処理が OK と判定されて符号化帯域配置情報も出ないこととなるが、この符号化器の配置を決定するための演算において、上記実施の形態 1 では、符号化器を配置するときの帯域を選択するときの各帯域幅、及び各帯域の重みが固定であるのに対し、本実施の形態 2 では、特性判定部の判定条件として、入力信号のサンプリング周波数と、圧縮率、即ち、符号化のビットレート、も入っていることから、これらに応じて、上記各符号化器の帯域配置を選択するときの各帯域に対する重み付け度合いを変えられるものであり、さらに、特性判定部の判定条件として、圧縮率の条件も入っていることにより、圧縮率が高いとき、即ち、ビットレートが低いときには上記各符号化器の帯域配置を選択するときの各帯域の重み付け度合いをあまり変化させないようにし、一方、圧縮率が低いとき、即ち、ビットレートが高いときには、効率をより追求するために、上記各符号化器の帯域配置を選択するときの各帯域の重み付け度合いを、聴覚上、より大事なところを強調するようにし、これにより、圧縮率と品質とのベストバランスを得ることができるものである。このように、多種多様なオーディオ信号の符号化を行なう際にも、十分な性能を発揮して、高品質、高効率な、適応スケラブルコーディングを行なう、オーディオ信号符号化、復号化装置を得ることができる。

【0 1 2 0】

【発明の効果】以上のように、本発明にかかるオーディオ信号符号化装置、オーディオ信号復号化装置、及びオーディオ信号符号化・復号化装置によれば、複数の符号化器の量子化するオーディオ信号の周波数帯域を決定する特性判定部と、上記特性判定部で決定された周波数帯域と、上記周波数変換されたオーディオ信号をその入力とし、上記複数の各段の各符号化器の接続順を決定

し、符号化器の量子化帯域、及び接続順を符号列に変換する符号化帯域制御部と、を備えて、適応スケラブルコーディングを行なうことにより、多種多様な性質を持つオーディオ信号に対して、より高音質で、より高効率な、適応スケラブルコーディングを行なうことができるという、有利な効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施の形態 1 によるオーディオ信号符号化装置における適応スケラブルコーディングのブロック図

【図 2】上記実施の形態 1 の符号化装置における時間周波数変換部を示す図

【図 3】上記実施の形態 1 の符号化装置における符号化器を示す図

【図 4】上記実施の形態 1 の符号化装置における正規化部を示す図

【図 5】上記実施の形態 1 の符号化装置における周波数概形正規化部を示す図

【図 6】上記実施の形態 1 の符号化装置における特性判定部を示す図

【図 7】上記実施の形態 1 の符号化装置における符号化帯域制御部を示す図

【図 8】上記実施の形態 1 の符号化装置における量子化部を示す図

【図 9】上記実施の形態 1 の符号化装置における復号化器を示す図

【図 1 0】一般のTwinVQ方式の概要を示す図

【図 1 1】一般のTwinVQスケラブルコーディング方式を示す図

【図 1 2】一般の固定スケラブルコーディングの短所を示す図

【図 1 3】一般の適応スケラブルコーディングの長所を示す図

【図 1 4】本発明の実施の形態 2 によるオーディオ信号符号化装置における適応スケラブルコーディングのブロック図

【図 1 5】上記実施の形態 2 の符号化装置における符号化器を示す図

【図 1 6】上記実施の形態 2 の符号化装置における特性判定部を示す図

【図 1 7】上記実施の形態 2 の符号化装置における符号化帯域制御部を示す図

【図 1 8】上記実施の形態 2 の符号化装置における復号化器を示す図

【図 1 9】上記実施の形態 2 の符号化装置における復号化帯域制御部を示す図

【図 2 0】上記実施の形態 2 の符号化装置におけるスペクトルシフト手段を示す図

【符号の説明】

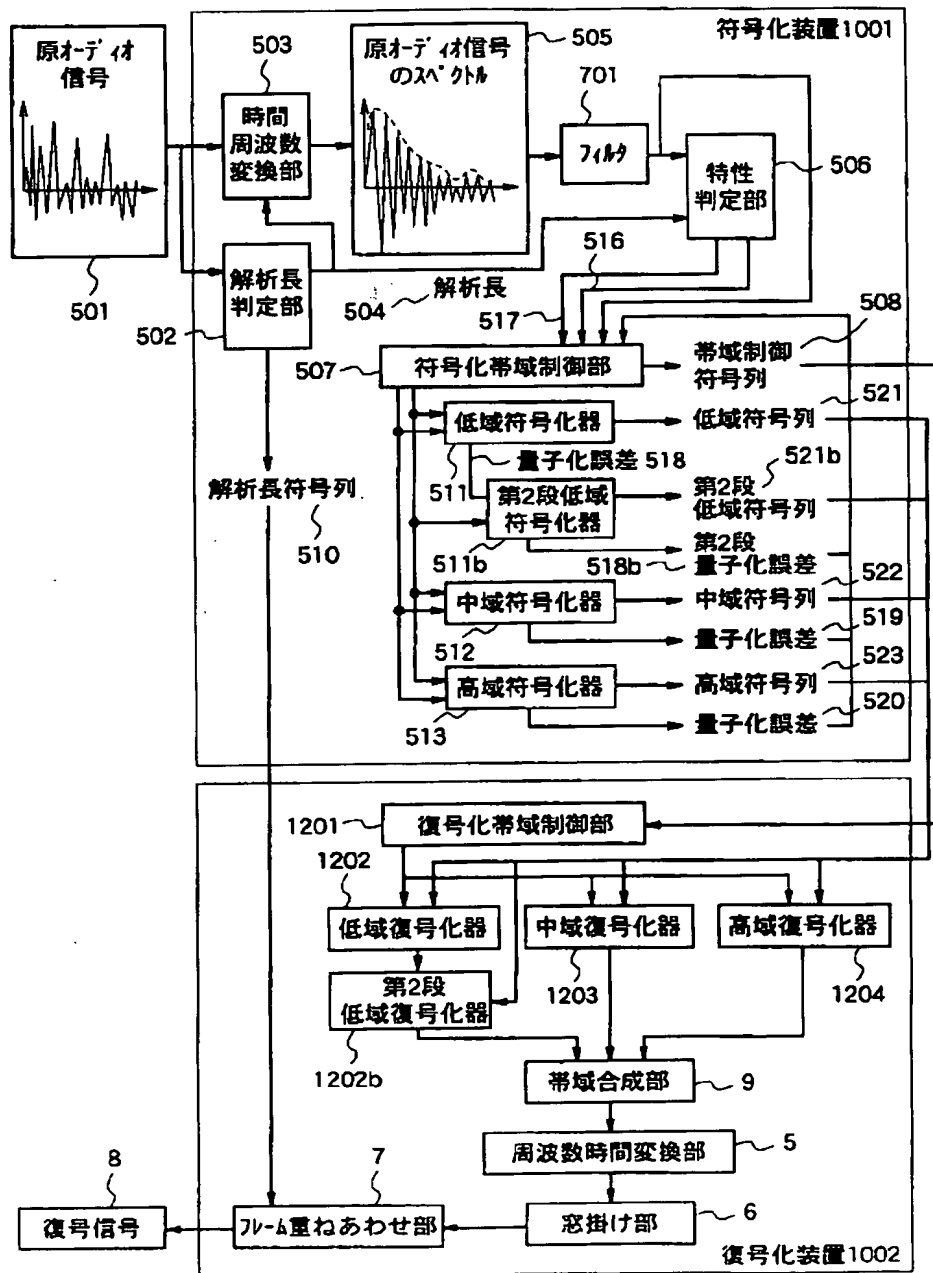
50 1 符号化装置

| 41 | | 42 | |
|------------------------------|----------------|----------------|---------------------|
| 2 | 復号化装置 | 9 0 3 | 符号化器数決定部 |
| 5 0 1 | 原オーディオ信号 | 1 0 0 1 | 量子化部の量子化する帯域のMDCT |
| 5 0 2 | 解析長判定部 | 1 0 0 2 | 同じ量子化帯域の正規化成分 |
| 5 0 3 | 時間周波数変換部 | 1 0 0 3 | 音源サブベクトル |
| 5 0 4 | 解析長 | 1 0 0 4 | 重みサブベクトル |
| 5 0 5 | 原オーディオ信号のスペクトル | 1 0 0 5 | ベクトル量子化器 |
| 5 0 6 | 特性判定部 | 1 0 0 6 | 距離計算手段 |
| 5 0 7 | 符号化帯域制御部 | 1 0 0 7 | コード決定手段 |
| 5 0 8 | 帯域制御符号列 | 1 0 0 8 | 残差生成手段 |
| 5 1 0 | 解析長符号列 | 10 1 0 0 9 | コードブック |
| 5 1 1 | 低域符号化器 | 1 0 1 0 | 残差サブベクトル |
| 5 1 2 | 中域符号化器 | 1 0 1 1 | ある量子化部の量子化する帯域のMDCT |
| 5 1 3 | 高域符号化器 | の残差 | |
| 5 1 1 b | 第 2 段低域符号化器 | 1 0 1 | 原オーディオ信号 |
| 5 1 8, 5 1 9, 5 2 0, 5 1 8 b | 量子化誤差 | 1 0 2 | 解析長判定部 |
| 5 2 1 | 低域符号列 | 1 0 3 | 時間周波数変換部 |
| 5 2 2 | 中域符号列 | 1 0 4 | 周波数領域の原オーディオ信号 |
| 5 2 3 | 高域符号列 | 1 0 5 | 周波数概形 |
| 5 2 1 b | 第 2 段低域符号列 | 1 0 6 | 正規化処理部 |
| 7 0 1 | フィルタ | 20 1 0 7 | 正規化符号列 |
| 5 | 周波数時間変換部 | 1 0 8 | 正規化処理後の現オーディオ信号 |
| 6 | 窓掛け部 | 1 0 9 | ベクトル量子化部 |
| 7 | フレーム重ねあわせ部 | 1 1 0 | 符号列 |
| 8 | 復号信号 | 1 1 1 | 解析長符号列 |
| 9 | 帯域合成部 | 1 3 0 1 | 原オーディオ信号 |
| 1 2 0 1 | 復号化帯域制御部 | 1 3 0 2 | 時間周波数変換部 |
| 1 2 0 2 | 低域復号化器 | 1 3 0 3 | 解析長判定部 |
| 1 2 0 3 | 中域復号化器 | 1 3 0 4 | 周波数領域の原オーディオ信号 |
| 1 2 0 4 | 高域復号化器 | 1 3 0 5 | 低域符号化器 |
| 1 2 0 2 b | 第 2 段低域復号化器 | 30 1 3 0 6 | 量子化誤差 |
| 2 0 1 | フレーム分割部 | 1 3 0 7 | 中域符号化器 |
| 2 0 2 | 窓掛け部 | 1 3 0 8 | 量子化誤差 |
| 2 0 3 | MDCT部 | 1 3 0 9 | 高域符号化器 |
| 3 | 符号化器 | 1 3 1 0 | 量子化誤差 |
| 3 0 1 | 正規化部 | 1 3 1 1 | 低域符号列 |
| 3 0 2 | 量子化部 | 1 3 1 2 | 中域符号列 |
| 3 0 3 | 正規化符号列 | 1 3 1 3 | 高域符号列 |
| 3 0 4 | 符号列 | 1 3 1 4 | 解析長符号列 |
| 4 0 1 | 周波数概形正規化部 | 2 0 0 1 | 符号化装置 |
| 4 0 2 | 帯域振幅正規化部 | 40 2 0 0 2 | 復号化装置 |
| 4 0 3 | 帯域テーブル | 2 0 0 1 0 5 | 符号化条件 |
| 6 0 1 | 線形予測分析部 | 2 0 0 1 0 7 | 特性判定部 |
| 6 0 2 | 概形量子化部 | 2 0 0 1 0 8 | 差分スペクトル |
| 6 0 3 | 包絡特性正規化部 | 2 0 0 1 0 9 | 符号化帯域配置情報 |
| 8 0 3 | スペクトルパワー計算部 | 2 0 0 1 1 0 | 符号化帯域制御部 |
| 8 0 4 | 配置決定部 | 2 0 0 1 1 1 | 符号化列 |
| 5 1 7 | 帯域制御重み | 2 0 0 1 1 2 | 伝送符号化列合成器 |
| 5 1 6 | 符号化帯域配置情報 | 2 0 0 1 5 0 | 伝送符号化列分解器 |
| 9 0 1 | 帯域幅算出部 | 2 0 0 1 5 1 | 符号化列 |
| 9 0 2 | 量子化順序決定部 | 50 2 0 0 1 5 2 | 解析長符号化列 |

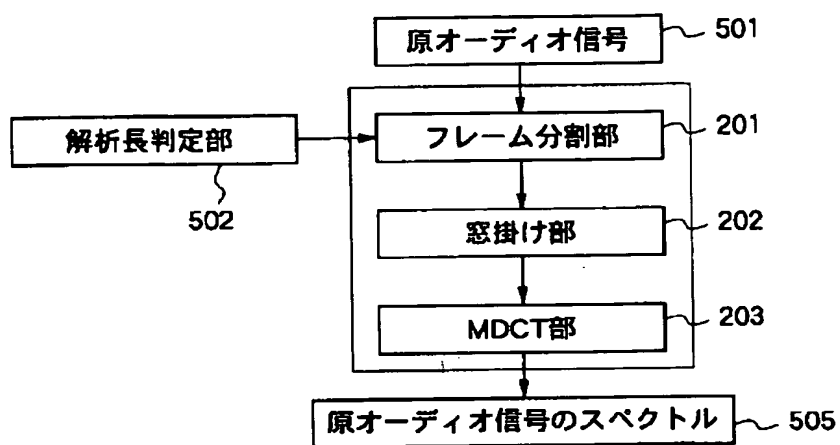
200153 復号化帯域制御部
 200154 復号化スペクトル
 2003 符号化器
 200305 符号化帯域情報
 200601 符号化帯域算出部
 200602 聴覚心理モデル計算部
 200603 配置決定部
 200604 符号化帯域配置情報生成手段
 200605 聴覚重み
 200701 スペクトルシフト手段
 200702 符号化帯域情報

200703 差分計算手段
 200704 差分スペクトル保持手段
 2004 復号化器
 200901 逆量化部
 200902 逆正規化部
 2001001 合成スペクトル
 2001002 シフトされた合成スペクトル
 2001003 復号化スペクトル算出部
 2001101 元スペクトル
 10 2001102 シフトされたスペクトル

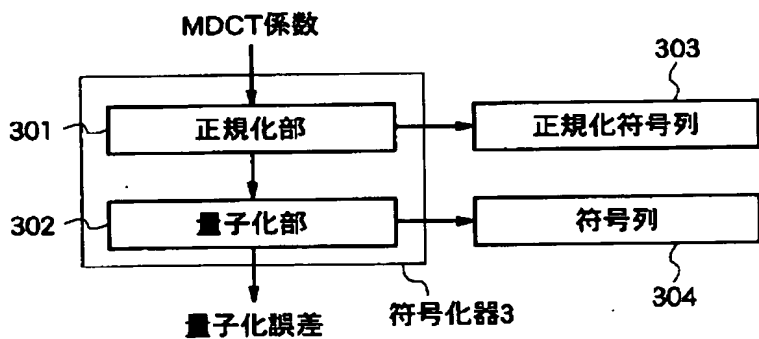
【図1】



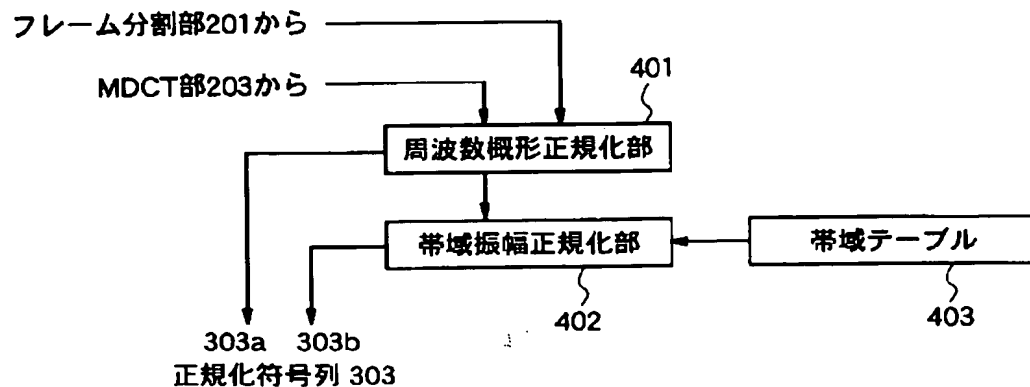
【図 2】



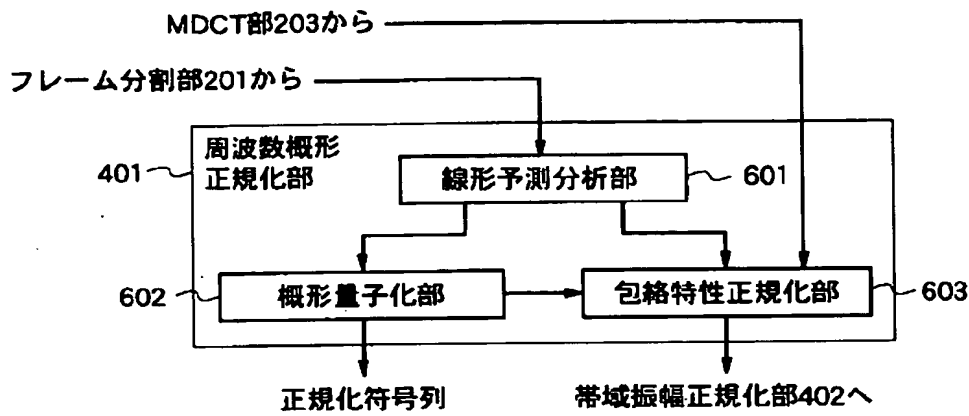
【図 3】



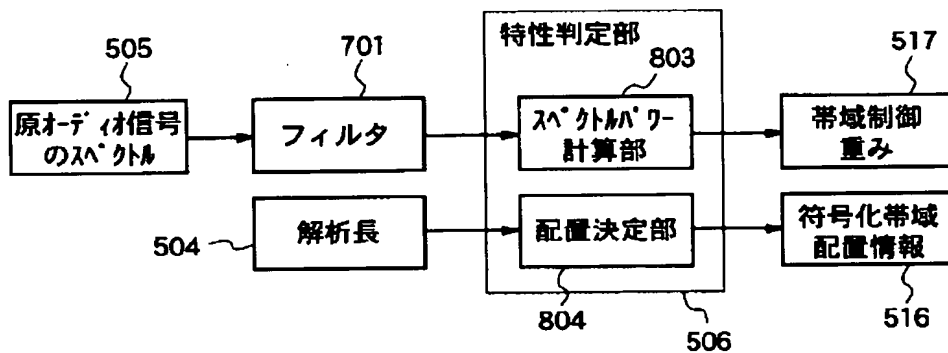
【図 4】



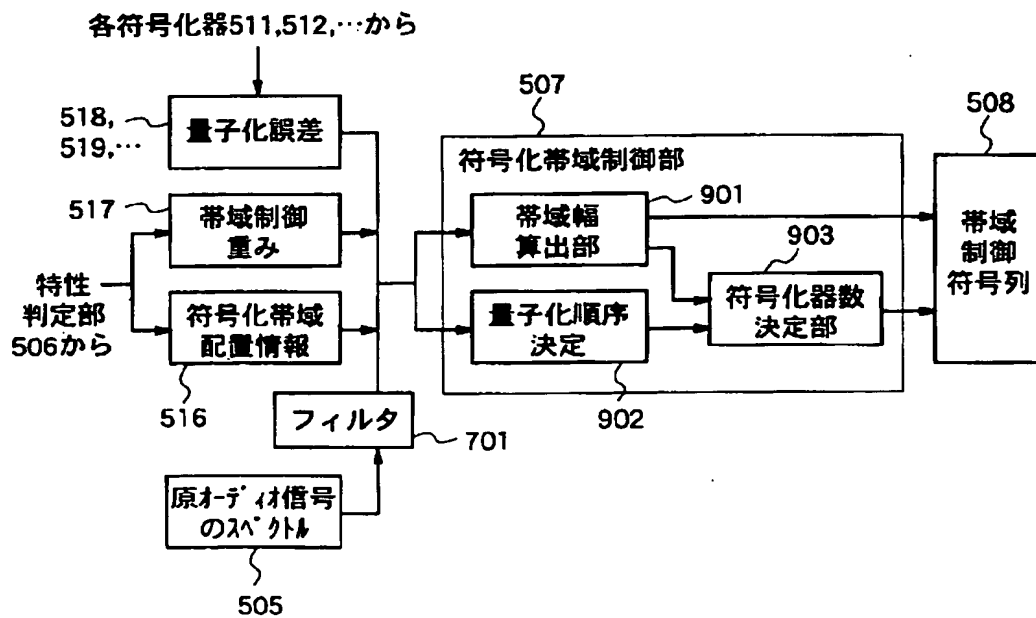
【図 5】



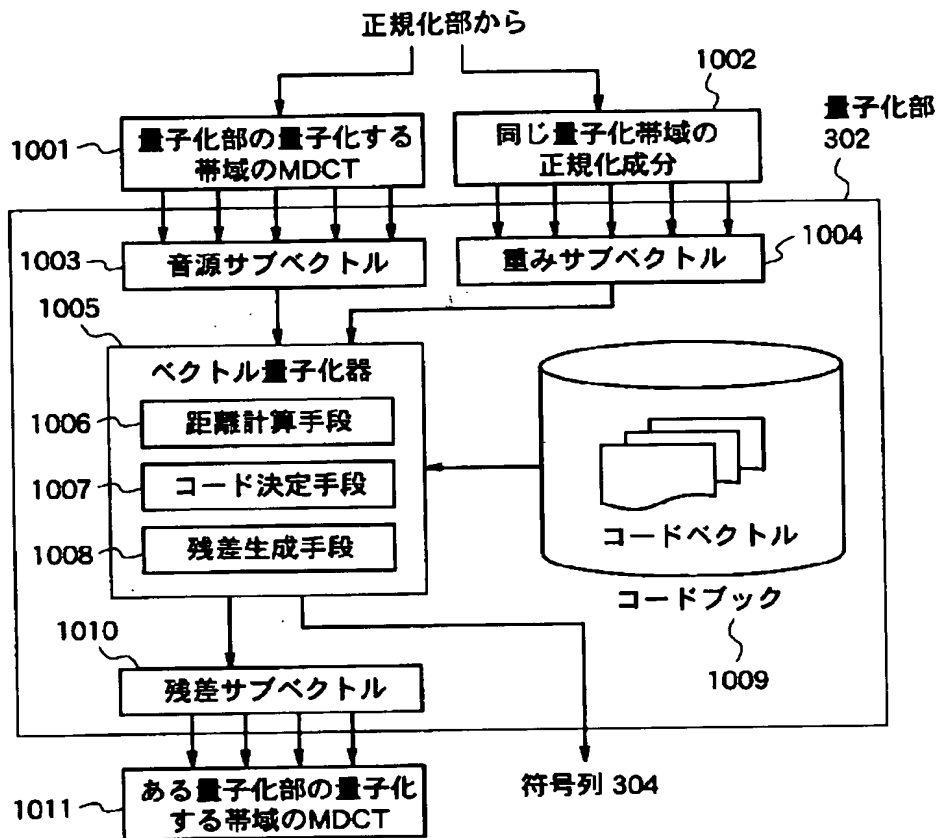
【図 6】



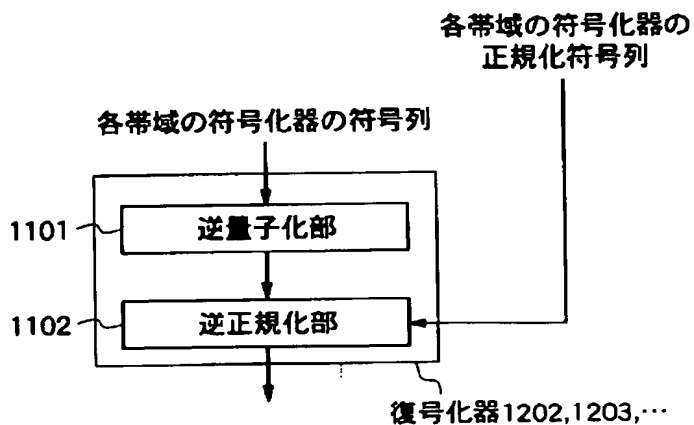
【図 7】



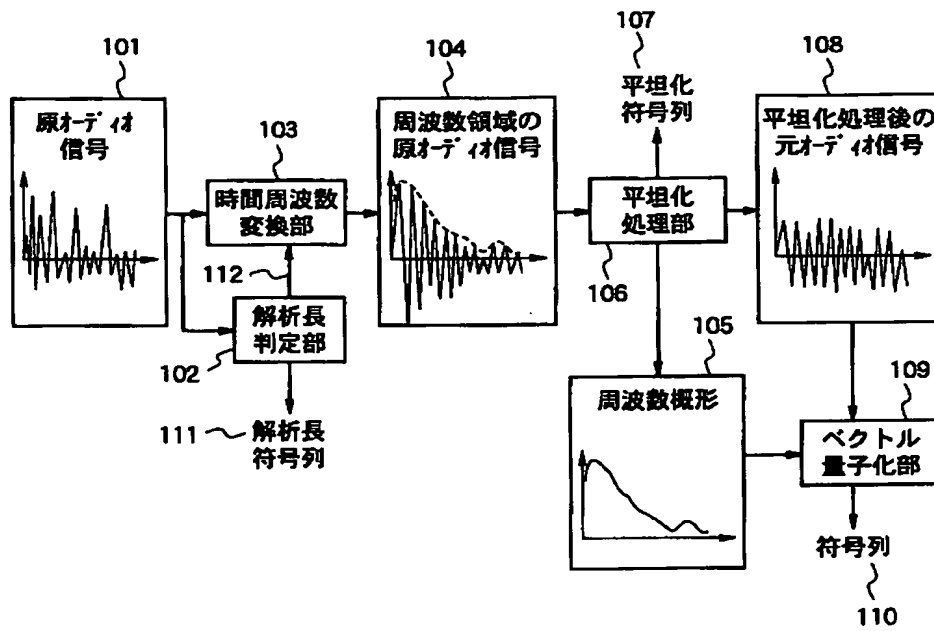
【図 8】



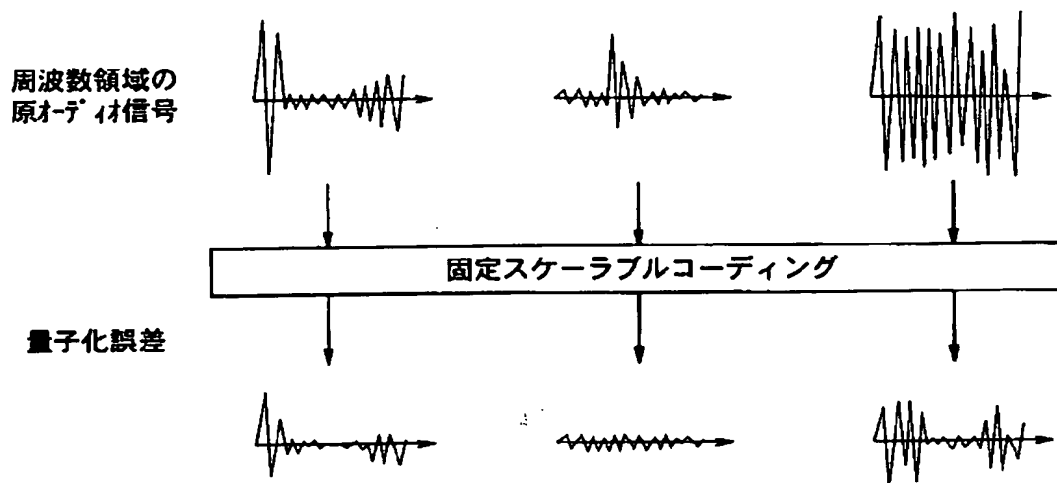
【図 9】



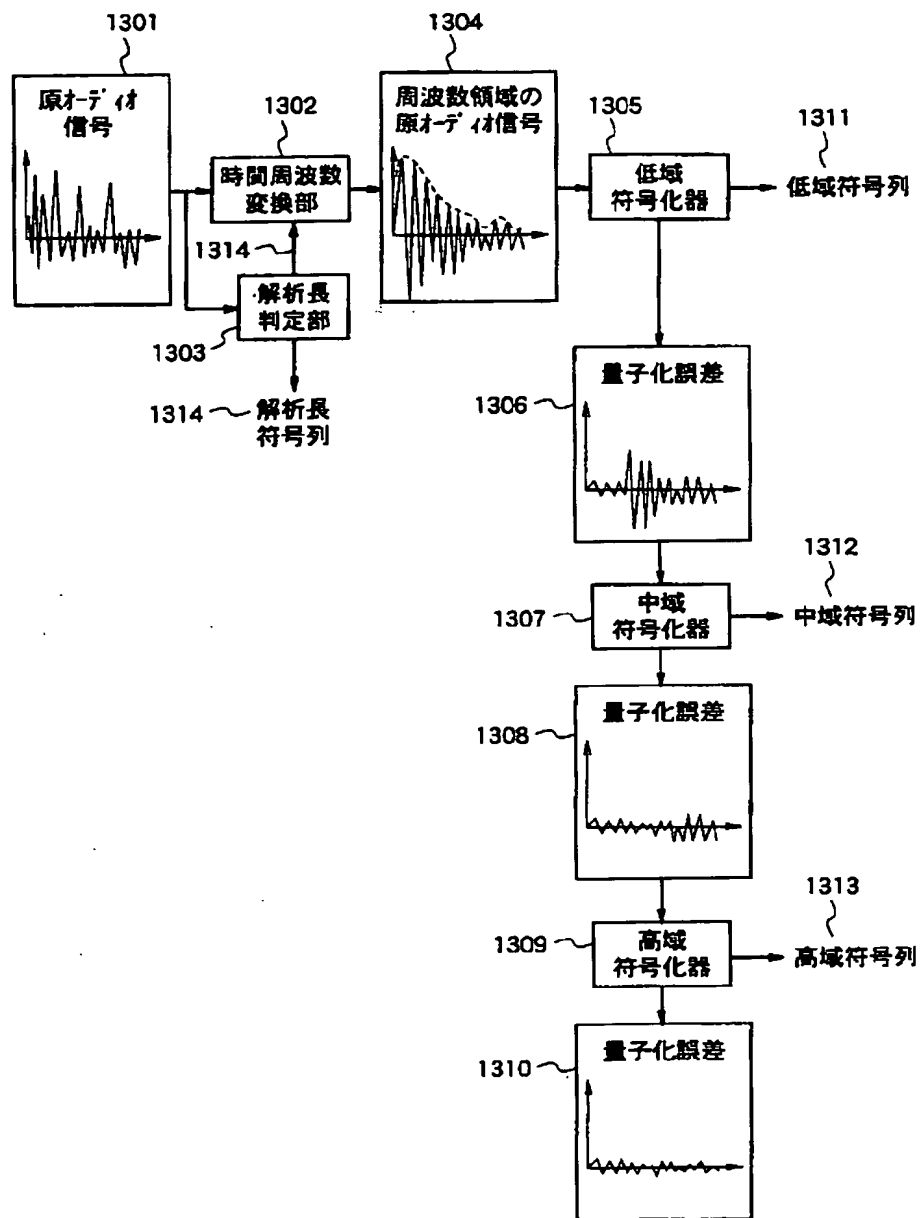
【図 10】



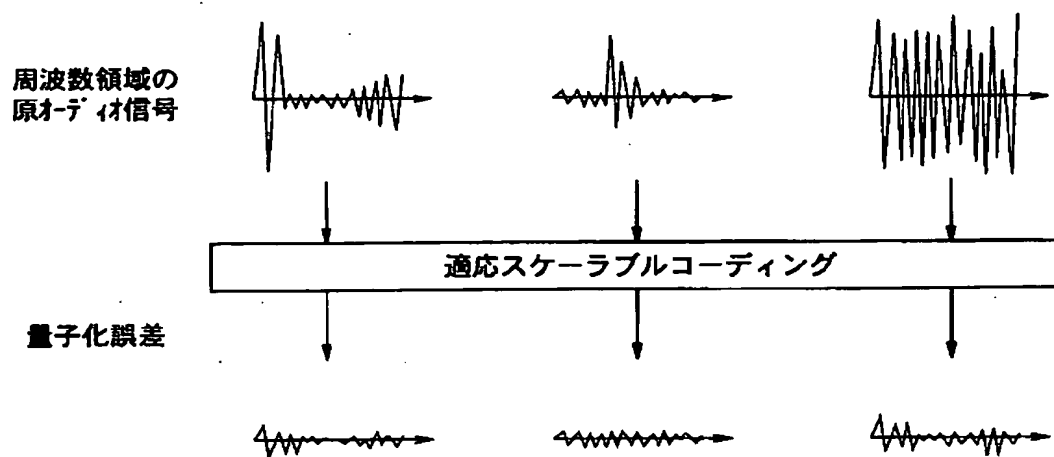
【図 12】



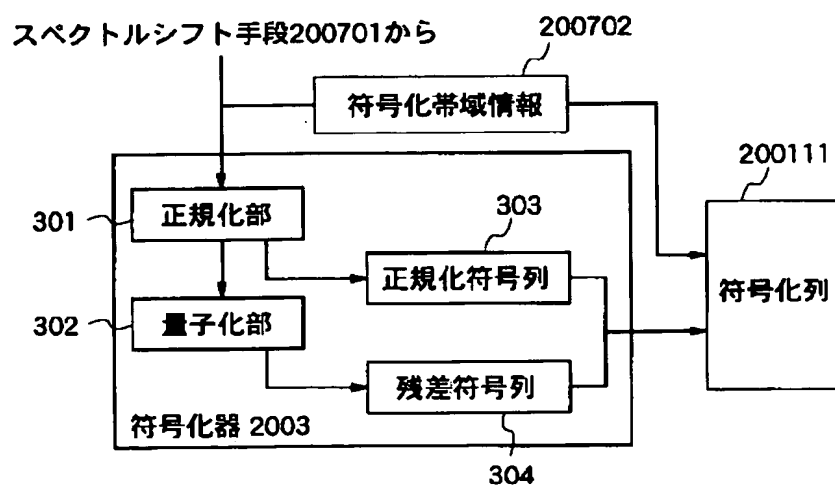
【図 1 1】



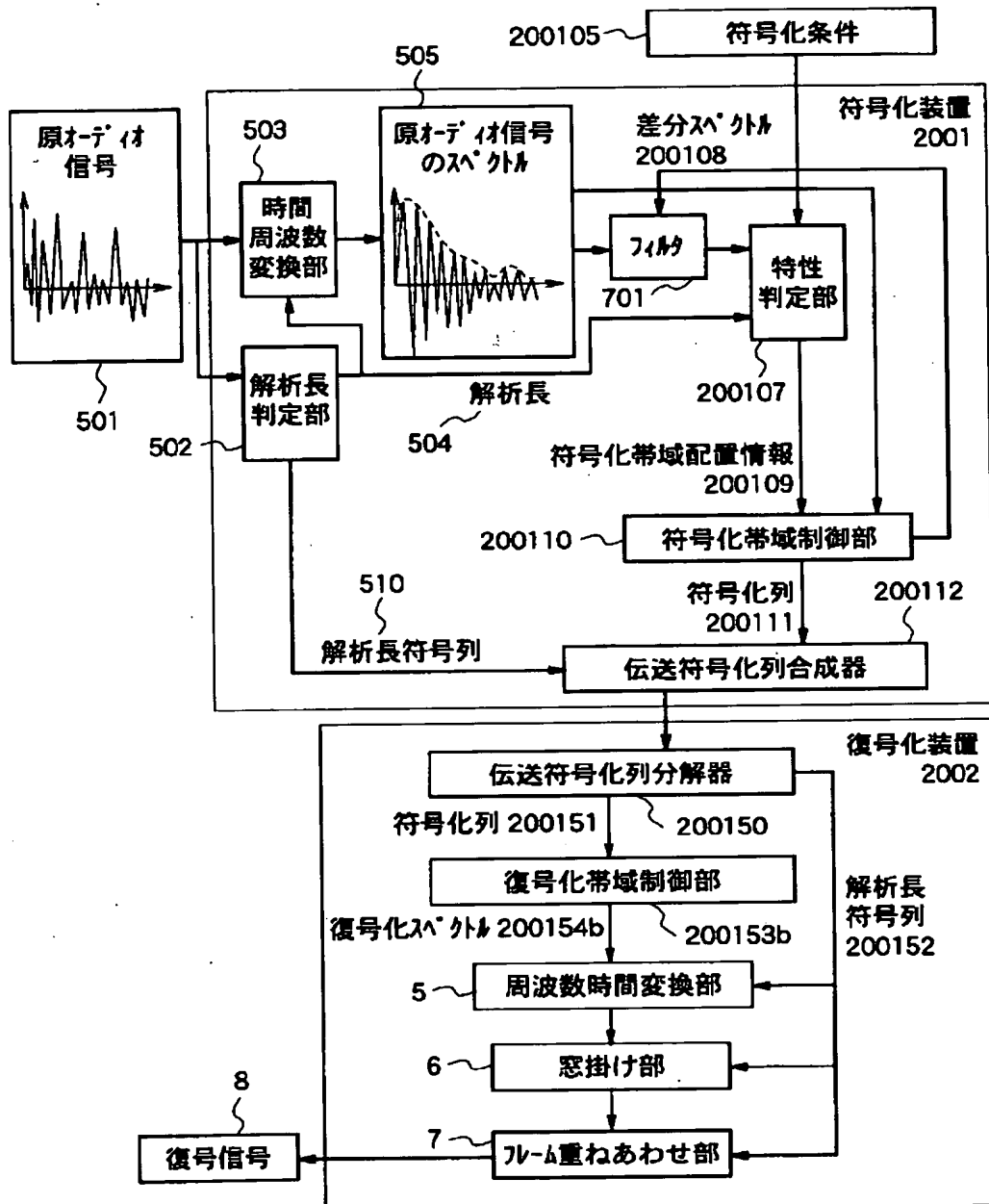
【図 1 3】



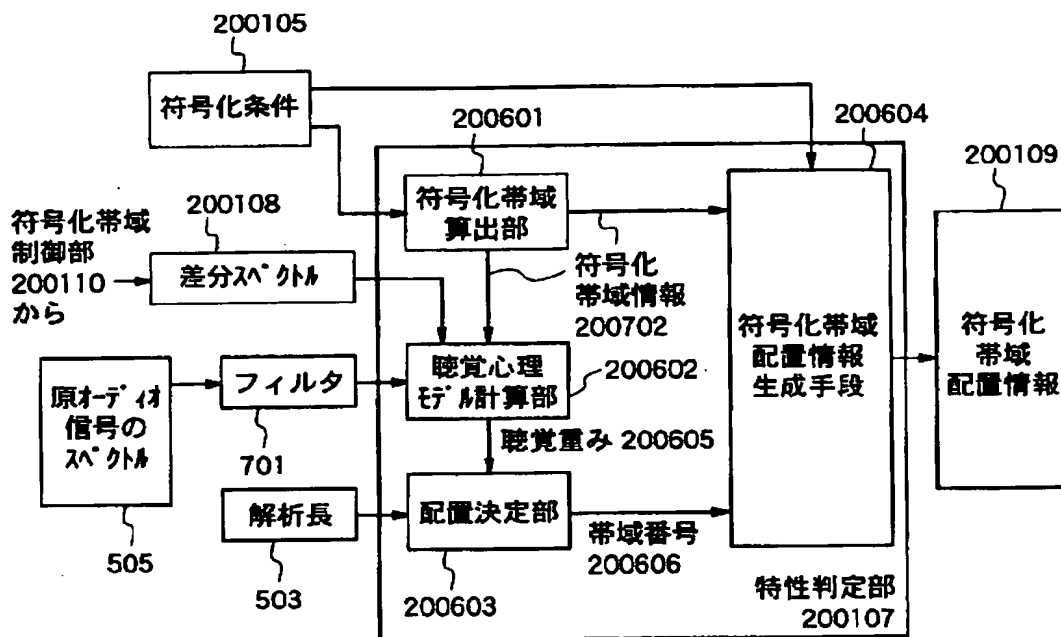
【図 1 5】



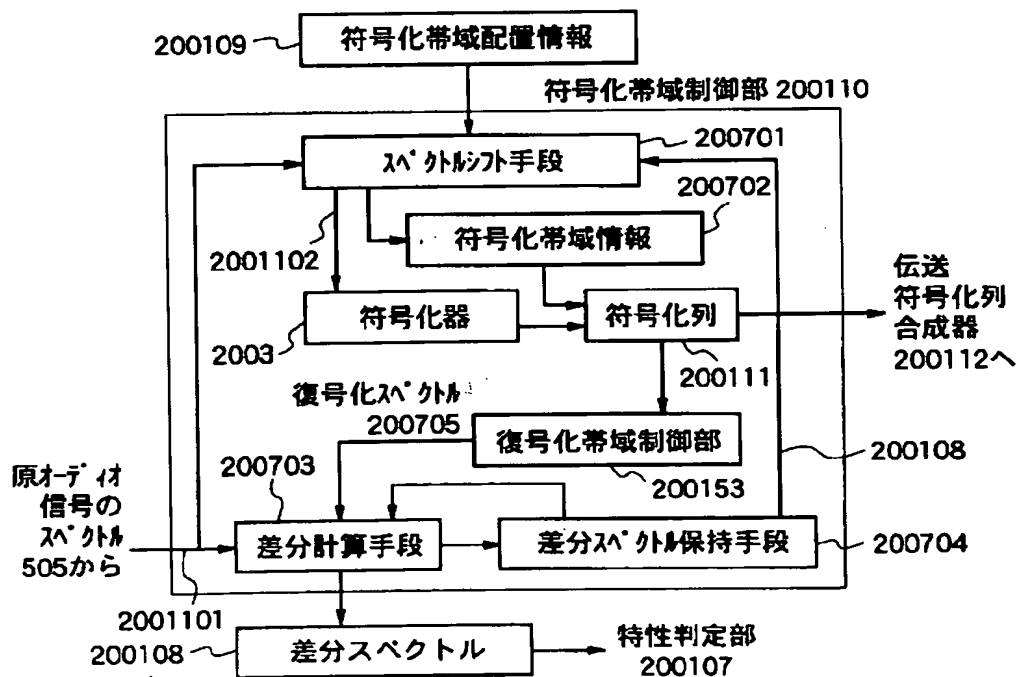
【図 1 4】



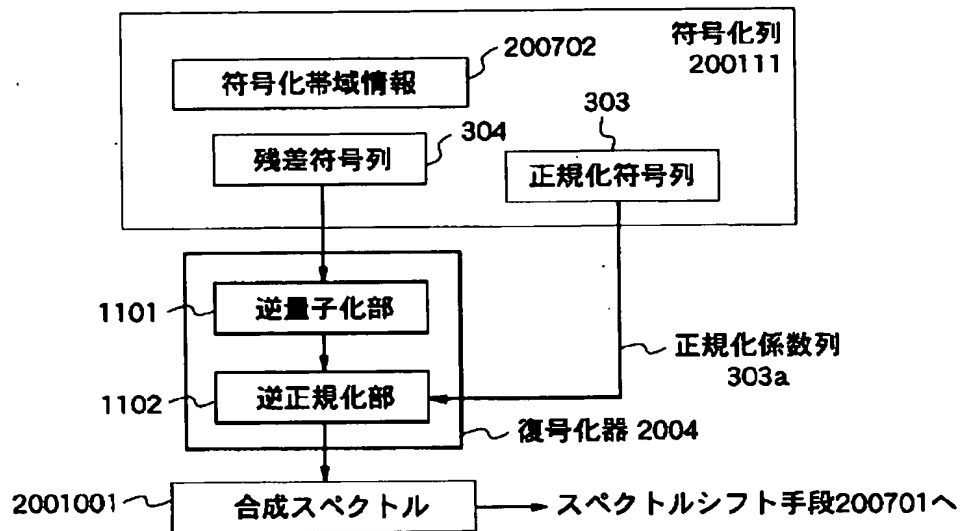
【図 16】



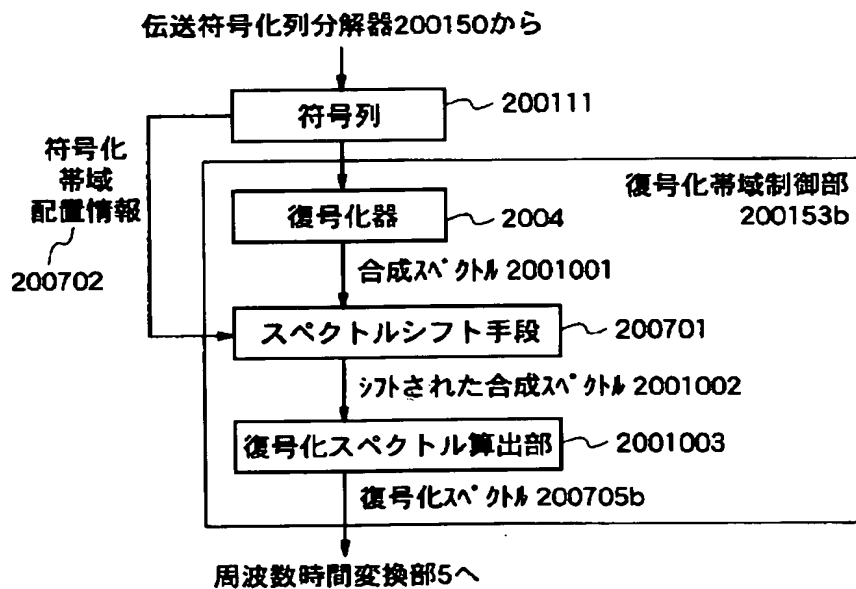
【図 17】



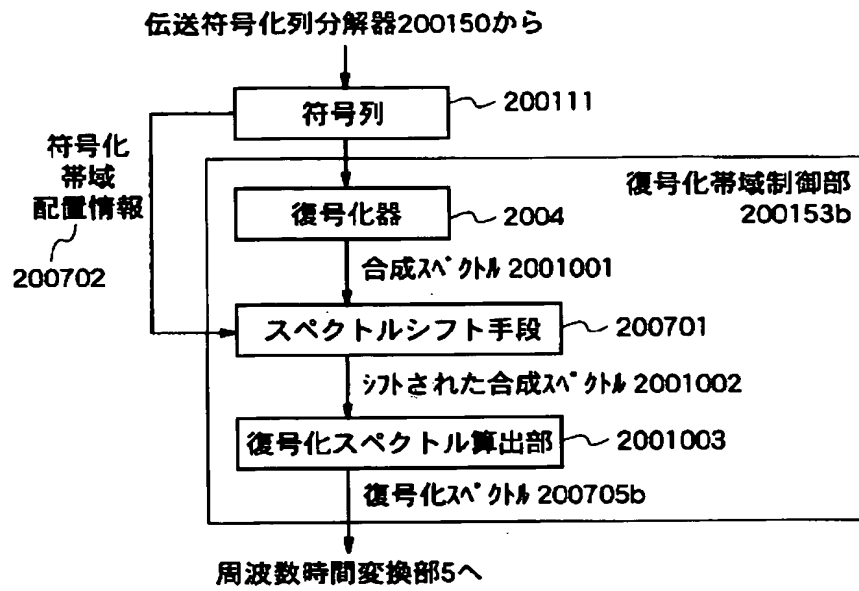
【図 1 8】



【図 1 9】



【図 2 0】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.